

Universität Kassel / Witzenhausen

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

Neue Ansätze für die ökologische Milchrinderzucht

Untersuchung von neuen Merkmalen für die ökologische Milchrinderzucht,
unter Berücksichtigung von wesentlichen Aspekten des Tierverhaltens

Annette Spengler Neff

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der
Agrarwissenschaften (Dr. agr.)

Fachgebiet biologisch-dynamische Landwirtschaft

1. Gutachter: Prof. Dr. Ton Baars, Universität Kassel Witzenhausen
2. Gutachter: Prof. Dr. Franz Theo Gottwald, Humboldt Universität, Berlin
3. Gutachterin: Prof. Dr. Eva Schlecht, Universität Kassel Witzenhausen

Datum der Disputation: 25. 01. 2011, Witzenhausen

Weitere Betreuung durch:

Prof. Dr. Horst Brandt, Universität Giessen

Prof. Dr. Detlef Fölsch (erem.), Universität Kassel / Witzenhausen

Prof. Dr. Gerold Rahmann, Universität Kassel / Witzenhausen

Die vorliegende Arbeit wurde gemäss den schweizerischen Regeln der deutschen Rechtschreibung und gemäss den schweizerischen Regeln für die Darstellung von Dezimalstellen bei Zahlen geschrieben.

INHALT

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	7
ZUSAMMENFASSUNG	9
SUMMARY.....	11
EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....	13
1. LITERATURÜBERSICHT.....	17
1.1. GESCHICHTLICHE ASPEKTE ZUR MILCHRINDERZUCHT	17
1.1.1. Geschichtliche Aspekte zur ökologischen Milchrinderzucht.....	21
1.2. BESTEHENDE KONZEPTE FÜR EINE ÖKOLOGISCHE MILCHRINDERZUCHT	23
1.2.1. Verbesserung funktionaler Merkmale, ökologische Gesamtzuchtwerte und Fitness-Indices.....	23
1.2.2. Lebensleistungszucht	24
1.2.3. Kuhfamilienzucht	25
1.2.4. Züchtung von alten Rassen	27
1.3. WEITERE KOMPLEMENTÄRE ASPEKTE ZUR KONVENTIONELLEN TIERZUCHT ALS „NEUE ANSÄTZE“ FÜR DIE ÖKOLOGISCHE MILCHRINDERZUCHT	29
1.3.1. Wer ist der Erzeuger? – eine komplementäre Ansicht zur Genetik	29
1.3.2. Die wesentypischen Eigenschaften des Rindes und ihre Berücksichtigung in der Tierzucht	31
1.3.3. Aspekte zur Tierzucht im „Landwirtschaftlichen Kurs“ von R. Steiner und weiterführende Untersuchungen	32
1.3.4. Förderung von Innovation und „Kreativität“ der Tiere durch Haltung und Züchtung.....	34
1.3.5. Die Beschränktheit der Spezialisierungsmöglichkeiten berücksichtigen.....	35
1.4. BEURTEILUNG DER BESCHRIEBENEN RINDERZUCHTKONZEPTE VOM GESICHTSPUNKT DES ÖKOLOGISCHEN LANDBAUS.....	36
1.4.1. Die Arbeitshypothese und das Ziel dieser Arbeit.....	40
1.5. BESTEHENDE METHODEN ZUR ERFORSCHUNG DER IN DER VORLIEGENDEN ARBEIT UNTERSUCHTEN ETHOLOGISCHEN UND PHYSIOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN DES RINDES	40
1.5.1. Das Wiederkäuen / die Wiederkäubeobachtung	41
1.5.1.1. Methoden der Wiederkäubeobachtung.....	41
1.5.2. Erfassung des Liegeverhaltens	43
1.5.3. Beurteilung der Kotbeschaffenheit.....	44
1.5.4. Beurteilung der Körperkondition	45
1.5.5. Erfassung und Beurteilung des Temperaments der Tiere	46
1.5.6. Erfassen von Krankheiten der Tiere.....	48
1.5.6.1. Mastitis	49
1.5.6.2. Verdauungs- und Stoffwechselprobleme	49
1.5.6.3. Fruchtbarkeitsstörungen und Abkalbprobleme	51
1.5.6.4. Klauenerkrankungen	51
1.5.7. Statistische Methoden für die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen individuellen Merkmalen der Tiere und ihrer Gesundheit.....	52
2. TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	53
2.1. AUSWAHL DER ZU BEOBACHTENDEN EIGENSCHAFTEN.....	53
2.2. DIE EINZELBETRIEBLICHE STUDIE	54

2.3. DER BETRIEB UND DIE TIERE.....	54
2.3.1. Tierhaltung	55
2.3.2. Die Fütterung der Kühe im Zeitraum der Studie.....	55
2.3.3. Die Futtermittelvorlage.....	56
2.3.4. Tiermedizin	57
2.3.5. Auswahl der zu beobachtenden Kühe	57
2.4. METHODEN.....	58
2.4.1. Methoden zur Beobachtung des Wiederkäuerhaltens	59
2.4.1.1. Methodik zur Beobachtung der Wiederkäudauer.....	59
2.4.1.2. Methodik zur Beobachtung der Wiederkäuzyklen.....	61
2.4.2. Methodik zur Erfassung des Liegeverhaltens	62
2.4.3. Methodik der Kotbeurteilung.....	62
2.4.4. Methodik zur Beurteilung der Körperkondition (BCS)	63
2.4.5. Methodik zur Beurteilung des Temperaments	64
2.4.6. Methoden zur Erfassung der Krankheiten der Tiere	66
2.4.6.1. Mastitis	67
2.4.6.2. Verdauungs- und Stoffwechselprobleme	67
2.4.6.3. Fruchtbarkeitsstörungen und Abkalbprobleme	68
2.4.6.4. Klauenerkrankungen	68
2.4.7. Die Co-Faktoren.....	69
2.4.8. Statistik.....	69
2.4.8.1. Die verwendeten statistischen Tests.....	70
3. ERGEBNISSE	73
3.1. ERGEBNISSE ZUM PROJEKT 1: WIEDERKÄUVERHALTEN, LIEGE- UND ABLIEGE- VERHALTEN, KOTBESCHAFFENHEIT UND DEREN BEZIEHUNG ZUR TIERGESUNDHEIT.....	73
3.1.1. Ergebnisse zum Wiederkäuerhalten	73
3.1.1.1. Deskriptive Statistik	73
3.1.1.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz des Wiederkäuerhaltens... ..	76
3.1.2. Ergebnisse zum Liegeverhalten	76
3.1.2.1. Deskriptive Statistik	76
3.1.2.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz des Liegeverhaltens	78
3.1.3. Ergebnisse zur Kotbeurteilung.....	78
3.1.3.1. Deskriptive Statistik	78
3.1.3.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz der Kotbeschaffenheit.....	79
3.1.4. Die Co-Faktoren im Projekt 1	79
3.1.4.1. Deskriptive Statistik	79
3.1.5. Die Beziehungen aller Parameter des Projektes 1 untereinander.....	80
3.1.5.1. Die Beziehungen der beobachteten Parameter untereinander.....	82
3.1.5.2. Die Beziehungen der Co-Faktoren untereinander.....	83
3.1.5.3. Die Beziehungen der beobachteten Parameter zu den Co-Faktoren	83
3.1.6. Ergebnisse zu den Gesundheitsindices im Projekt 1	84
3.1.6.1. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihrer Gesundheit.....	87
3.1.6.2. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices im Projekt 1	88
3.1.7. Ergebnisse der linearen Regressionsanalysen im Projekt 1	89
3.2. ERGEBNISSE ZUM PROJEKT 2: KÖRPERKONDITION UND TEMPERAMENT UND DEREN BEZIEHUNGEN ZUR TIERGESUNDHEIT	90
3.2.1. Ergebnisse zur Körperkonditionsbeurteilung (BCS).....	90
3.2.1.1. Deskriptive Statistik	90
3.2.2. Ergebnisse zum Temperament	92

3.2.2.1. Deskriptive Statistik	92
3.2.2.2. Reproduzierbarkeit und Konsistenz des Temperaments der Tiere.....	93
3.2.3. Ergebnisse zu den Co-Faktoren im Projekt 2	93
3.2.3.1. Deskriptive Statistik	93
3.2.4. Die Beziehungen der Parameter des Projektes 2 untereinander.....	94
3.2.4.1. Die Beziehungen der im Projekt 2 beobachteten Parameter untereinander	96
3.2.4.2. Die Beziehungen der Co-Faktoren untereinander	96
3.2.4.3. Die Beziehungen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Parametern und den Co-Faktoren	96
3.2.5. Ergebnisse zu den Gesundheitsindices im Projekt 2	97
3.2.5.1. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihrer Gesundheit.....	101
3.2.5.2. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices im Projekt 2	102
3.2.6. Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse im Projekt 2	102
4. DISKUSSION	104
4.1. STUDIENDESIGN UND METHODEN.....	104
4.1.1. Beobachtungsmethoden	105
4.2. INTERPRETATION DER KORRELATIONEN DER CO-FAKTOREN UNTEREINANDER UND DER KORRELATIONEN ZWISCHEN DEN CO-FAKTOREN UND DEN BEOBACHTETEN EIGENSCHAFTEN	107
4.3. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DER REGRESSIONSANALYSEN IM PROJEKT 1	110
4.4. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE DER REGRESSIONSANALYSEN IM PROJEKT 2	111
4.4.1. BCS und Gesundheitsindex.....	111
4.4.1.1. Aus diesen Ergebnissen ableitbare Empfehlungen für die Züchtung	114
4.4.2. Temperament und Eutergesundheitsindex	117
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE ÖKOLOGISCHE MILCHRINDERZUCHT	119
6. LITERATUR	124
DANK	155
ANHANG	156
ANHANG 1: BETRIEBSSPIEGEL RHEINAU.....	156
ANHANG 2: FUTTERAUFNAHME VON 13 TIEREN.....	159
ANHANG 3: BCS-BEURTEILUNGSVERFAHREN.....	160
ANHANG 4: TABELLEN ZU DEN ERGEBNISSEN IM PROJEKT 1	163
ERKLÄRUNG	167

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die drei Aspekte, die zum individuellen Phänotyp führen	30
Abb. 2:	Wiederkäudauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	74
Abb. 3:	Wiederkäuperiodendauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	74
Abb. 4:	Anzahl Kieferschläge pro Bissen der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	75
Abb. 5:	Zeit pro Kieferschlag (Kaugeschwindigkeit) der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	75
Abb. 6:	Liegedauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	77
Abb. 7:	Anzahl Abliegevorgänge pro Tag der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	77
Abb. 8:	Kotbeurteilungsnoten der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet)	78
Abb. 9:	Verteilung der Gesundheitsindices GI bei den 27 Tieren im Projekt 1 mit Normalverteilungskurve	84
Abb. 10:	QQ-Plot vom Gesundheitsindex GI im Projekt 1	85
Abb. 11:	Verteilung der Eutergesundheitsindices bei den 27 Tieren im Projekt 1 mit Normalverteilungskurve	85
Abb. 12:	QQ-Plot vom Eutergesundheitsindex EGI im Projekt 1	86
Abb. 13:	Gesundheitsindex GI jeder einzelnen Kuh im Projekt 1	86
Abb. 14:	Eutergesundheitsindex GI jeder einzelnen Kuh im Projekt 1	87
Abb. 15:	Verteilung der Gesundheitsindices bei den 34 Tieren im Projekt 2 mit Normalverteilungskurve	98
Abb. 16:	QQ-Plot vom Gesundheitsindex GI im Projekt 2	98
Abb. 17:	Verteilung der Eutergesundheitsindices bei den 34 Tieren im Projekt 2 mit Normalverteilungskurve	99
Abb. 18:	QQ-Plot vom Eutergesundheitsindex EGI im Projekt 2	99
Abb. 19:	Gesundheitsindex (GI) jeder einzelnen Kuh im Projekt 2	100
Abb. 20:	Eutergesundheitsindex (GI) jeder einzelnen Kuh im Projekt 2	100

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Anteile verschiedener Themen in europäischen Rinderzuchtlehrbüchern von 1880 bis 1994	19
Tab. 2:	Aspekte der Natürlichkeit im Biolandbau (nach VERHOOG et al., 2003), ihr Bezug zu den Konzepten und Ansätzen für eine ökologische Milchrinderzucht und der sich daraus ergebende Forschungs- und Beratungsbedarf	39
Tab. 3:	Charakterisierung und Definitionen des Wiederkäuverhaltens (nach KOLB et al., 1989)	42
Tab. 4:	DVG-Mastitisdefinition (nach KLAAS, 2000; HAMANN & RUND, 1994)	49
Tab. 5:	Inhaltsstoffe und Futterwert der Grundfutterkomponenten	56
Tab. 6:	Inhaltsstoffe und Futterwert der Kraft- und Ergänzungsfuttermittel	56
Tab. 7:	Beobachtungsabschnitte zur Erfassung der Parameter der Wiederkäuzeit und der Wiederkäuperioden	60
Tab. 8:	Kriterien für die Beurteilung des Temperaments der Kühe während des „Gestriegeltwerdens“	66
Tab. 9:	Überblick über das Projekt 1	70
Tab. 10:	Überblick über das Projekt 2	70
Tab. 11:	Überblick über die Variablen im Projekt 1	73
Tab. 12:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkäudauerparameter der einzelnen Kühe aus sechs Beobachtungen	162
Tab. 13:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkäuzyklusparameter der einzelnen Kühe aus vier mal zehn Beobachtungen	163
Tab. 14:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Liegeparameter der einzelnen Kühe von sechs Beobachtungstagen	164
Tab. 15:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Kotbeurteilungsnoten der einzelnen Kühe aus fünf Beobachtungen	165
Tab. 16:	Werte der sechs Co-Faktoren jedes einzelnen Tieres im Projekt 1	79
Tab. 17:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen aller Parameter des Projekts 1 untereinander	81
Tab. 18:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihren Gesundheitsindices	88
Tab. 19:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices	88
Tab. 20:	Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 1 zur Erklärung des Gesundheitsindex	89
Tab. 21:	Überblick über die Variablen im Projekt 2	90
Tab. 22:	Mediane und Quartile sowie Spannweiten („range“) der BCS-Noten der einzelnen Kühe im Projekt 2	91
Tab. 23:	Median und Quartile sowie Spannweiten („range“) der Temperamentsnoten der einzelnen Kühe im Projekt 2	92
Tab. 24:	Werte der sechs Co-Faktoren jedes einzelnen Tieres im Projekt 2	93
Tab. 25:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen der Parameter des Projekts 2 untereinander	95

Tab. 26:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihren Gesundheitsindices	101
Tab. 27:	Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices der Tiere im Projekt 2	102
Tab. 28:	Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 2 zur Erklärung des Gesundheitsindex::	103
Tab. 29:	Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 2 zur Erklärung des Eutergesundheitsindex	103
Tab. 30:	Heritabilitätsschätzwerte für verschiedene BCS-Parameter	115

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ABLIEGEN	Häufigkeit der Abliegevorgänge pro Tag
AGÖL	Arbeitsgemeinschaft ökologische Landwirtschaft
ALTER	Alter des Tieres in Monaten
APD	absorbierbares Protein im Darm
APDN	absorbierbares Protein im Darm, aufgrund des pansenverfügbaren Stickstoffs
APDE	absorbierbares Protein im Darm, aus verfügbarer Energie
BCS	Body Condition Score (Körperkonditionsbewertung)
bio	biologisch
Bio Suisse	Dachverband der Schweizer Bio-Produzenten
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DNA	deoxyribonucleic acid (auf Deutsch: DNS = Desoxyribonukleinsäure)
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
EGI	Eutergesundheitsindex
ET	Embryotransfer
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FS	Frischsubstanz
GI	Gesundheitsindex
GS	genomische Selektion
IDF	International Dairy Federation
Kap.	Kapitel
KB	künstliche Besamung
kg	Kilogramm
KOT	Note (Score) für die Kotbeschaffenheit
KS/B	Anzahl Kieferschläge pro Bissen
LAKTNR	Laktationsnummer
LAKTST	Laktationsstadium des Tieres in Tagen seit Laktationsbeginn
LIEGEN	Liegedauer pro Tag in Minuten
m	Mittelwert

med	Median
MILCHJ	Jahresmilchleistung in Kilogramm (= Standardlaktation oder 305-Tage-Leistung)
MILCHTG	Tagesmilchleistung in Kilogramm
MLP	monatliche Milchleistungsprüfung
Mte	Monate
NEL	Nettoenergie Laktation
öko	ökologisch
ÖZW	ökologischer Gesamtzuchtwert
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
pp	<i>post partum</i> (nach der Geburt)
QQ-Plots	Quantile-Quantile-Plots
quart1	1. Quartil
quart3	3. Quartil
range	Spannweite
r_s	Regressionskoeffizient nach Spearman
r_p	Regressionskoeffizient nach Pearson
R^2	Erklärungswert (Statistik)
s	Standardabweichung
SNP	single nucleotid polymorphism
Tab.	Tabelle
TEMP	Note (Score) für das Temperament
Tg	Tag
vergl.	vergleiche
TS	Trockensubstanz
VSBLÖ	Verband Schweizerischer biologischer Landbauorganisationen
WKDAUER	Wiederkäudauer pro Tag in Minuten
WKPERD	Wiederkäudauer pro Wiederkäuperiode in Minuten
Z/KS	Zeit pro Kieferschlag (= Kaugeschwindigkeit) in Sekunden

Zusammenfassung

Die Milchrinderzucht hat im ökologischen Landbau kein deutliches eigenes Profil. Üblicherweise wird auf Biobetrieben mit konventionellen Zuchtlinien gearbeitet, die meistens die Veranlagung zu hohen Milchleistungen haben. Diese Kühe können nicht immer adäquat gefüttert werden, weil das betriebseigene Futter der Biobetriebe nicht immer dem Bedarf der Tiere entspricht, aber möglichst wenig Futter zugekauft wird und nur wenig Kraftfutter eingesetzt werden darf. Energiemangel und gesundheitliche Probleme der Kühe können daraus resultieren. Daher braucht es neue Ansätze für die ökologische Milchrinderzucht, die besser berücksichtigen, dass die Tiere und ihre Umwelt zusammenpassen müssen und die die Tiergesundheit besser fördern. In den vergangenen 100 Jahren wurde der Umweltbezug der Tiere in der konventionellen Milchrinderzucht immer mehr vernachlässigt. Die Zucht wurde auf Produktionsleistungsmerkmale ausgerichtet. Es widerspricht jedoch dem Leitbild des Biolandbaus, nur einzelne Merkmale der Tiere zu fördern, ohne das ganze Tier und den ganzen Betrieb mit zu berücksichtigen. Es gibt bereits einige Ansätze für eine ökologische Milchrinderzucht, die den Bezug der Tiere zu ihrer Umwelt und ein ganzheitliches Tierversständnis einbeziehen (z. B. das Konzept der Lebensleistungszucht und die Linienzucht mit Kuhfamilien). Diese Ansätze sind jedoch nicht weit verbreitet und mit hohem Forschungs- und / oder Beratungsbedarf verbunden. Ein in der konventionellen Milchviehzucht immer wichtiger werdender Ansatz, der auch gut mit den Ideen des Biolandbaus übereinstimmt, ist die stärkere züchterische Gewichtung von Gesundheitsmerkmalen (teilweise anstelle der Produktionsleistung). Da die direkte Erfassung der Tiergesundheit als Merkmal aufwändig ist, werden häufig Hilfsmerkmale für Gesundheit züchterisch bearbeitet.

In der vorliegenden Arbeit wurden neue Hilfsmerkmale für die Zucht auf Gesundheit gesucht. Der Schwerpunkt wurde auf ethologische Merkmale gelegt, welche einen eigenaktiven Bezug der Tiere zu ihrer Umwelt zeigen sowie auf Eigenschaften, die in einem Zusammenhang mit Verdauungs- und Stoffwechselprozessen stehen. Das Ziel der Untersuchungen war, die individuelle Ausprägung der beobachteten Eigenschaften und deren Zusammenhang zur Tiergesundheit zu ermitteln, um neue Merkmale für die Zucht auf eine gute Tiergesundheit zu identifizieren.

Die Beobachtungen wurden über einen Zeitraum von 13 Monaten in einer Milchviehherde mit 60 Kühen auf einem biologisch-dynamischen Betrieb in der Schweiz durchgeführt. In zwei

Projekten mit 27 bzw. 34 Tieren wurden das Wiederkäuverhalten, das Liegeverhalten, das Temperament, die Körperkondition (BCS) und die Kotbeschaffenheit untersucht. Die Untersuchungen wurden unter für alle beobachteten Tiere gleichen Praxisbedingungen durchgeführt. Die Gesundheit der Tiere wurde kontinuierlich anhand des Behandlungsjournals, der Tierarztrechnungen, der Milchleistungsprüfungsdaten und der Abkalbedaten erfasst und für jedes Tier in einem Gesundheitsindex zusammengefasst. Zusätzlich wurde ein Eutergesundheitsindex berechnet, in dem nur die Eutererkrankungen berücksichtigt wurden. Die individuelle Konsistenz der beobachteten Eigenschaften wurde anhand der Reproduzierbarkeit der wiederholten Beobachtungen berechnet. Korrelationen zwischen dem Gesundheitsindex und den beobachteten Parametern und lineare, multivariate Regressionsanalysen mit dem Gesundheitsindex bzw. dem Eutergesundheitsindex als abhängige Variable wurden berechnet.

Das Wiederkäuverhalten, das Liegeverhalten, die Kotbeschaffenheit und das Temperament der Tiere waren individuell konsistent. Die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit, die Anzahl Abliegevorgänge und die Höhe der BCS-Noten (1. Quartil) waren positiv und die Spannweite der BCS-Noten war negativ mit der Tiergesundheit korreliert. Zwischen einem ruhigen Temperament der Kühe und der Eutergesundheit zeigte sich eine positive Korrelation. Die Regressionsanalysen ergaben, dass die Variation der Tiergesundheit im Projekt 1 durch die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit und die Anzahl Abliegevorgänge zu 23% und im Projekt 2 durch die Höhe und die Spannweite der BCS-Noten zu 32% erklärt werden konnte. Die Variation der Eutergesundheit konnte durch das Temperament zu 24% erklärt werden.

Die Ergebnisse zum Temperament und zur Körperkondition sind für die Tierzucht im Biolandbau interessant, zumal sie einfach zu erfassen sind und in anderen Studien ihre relativ hohe Erbllichkeit festgestellt wurde. Die beiden Merkmalskomplexe zeigen zudem, wie gut das Tier sich an seine Umwelt anpassen kann. Das ist unter nichtstandardisierten Umweltbedingungen, wie sie auf Biobetrieben üblich sind, wichtig. Für die Umsetzung in der Zucht auf Betriebsebene braucht es Beratung. Um diese Eigenschaften in Zuchtprogramme auf Populationsebene zu integrieren, sind weitere Forschungsarbeiten zur Methodik einer routinemässigen Erhebung von BCS- und Temperamentsdaten und zur Implementation nötig.

Summary

A convincing profile for organic dairy cow breeding does not exist so far. Usually conventional breeds and lines are used on organic farms. Most of them have been bred for high milk production. On organic farms it is not always possible to feed high yielding cows adequately, because farm own feed must preferably be used and only small amounts of concentrates are allowed. This can lead to energy deficiencies and animal health problems. Therefore new concepts for organic dairy cow breeding are required. During the last 100 years conventional dairy cow breeding had been focussing more and more on single production traits. The animals' relation to the environment and their health and constitution had continuously been neglected. Therefore the conventional breeding concepts do not exactly agree with the ideas of organic agriculture. The whole animal as well as the whole farm should be considered in organic breeding concepts rather than focussing on single production traits. Nowadays a few approaches for organic dairy cow breeding exist, like "breeding for life production" and "kinship breeding with cow families". They take account of the animal-environment-relationship and they promote a holistic animal understanding. But these approaches are still not widespread and they are associated with demands for further research and / or advisory service.

To select for functional or fitness traits (partly instead of production traits) is getting more and more attractive and common in conventional breeding. This approach fits well to organic agriculture. Since it is difficult to measure health directly there are often health related traits used for selection schemes. The aim of the present study was to find new health related traits. Emphasis was on behaviour traits, which partly reflect ways of the individual animal to cope with the environment. Most of them have not been explored for this purpose, yet. Traits which are connected to digestion and metabolism were preferably included in this explorative study, because those processes are central in a cows' life (this view is drawn from the anthroposophic understanding of the animals). The goal was to find individual differences in all observed traits and their possible relations to animal health; so new selection traits for animal health could be developed in future.

All observations were conducted in a herd of 60 dairy cows on a biodynamic farm in Switzerland during a period of 13 months. Two projects with 27 and 34 animals respectively were carried out. Ruminating behaviour, lying behaviour, temperament, body condition (BCS) and manure consistency were observed. All observations were conducted on farm under normal conditions, which were the same for all observed animals. Animal health was

analysed using data from the farm's treatment journal, from veterinarians' invoices and from milk recording- and calving data. All data from one year were summarised in a health index and in a separate udder health index. Individual consistency of behaviour was analysed by calculating reproducibility of repeated measurements. Correlations between animal health and observed parameters and linear regressions with animal health as the dependent variable were calculated.

Individual differences and consistency were found for all behaviour and manure traits. The variation of ruminating speed, the number of acts of lying down, and BCS (1st quartile) were positively correlated to animal health whereas BCS-range was negatively correlated to animal health. Another positive correlation was found between a calm temperament and udder health. Multivariate regression analyses showed that the variation of animal health could be explained by these factors to an extent of 23% (health in project 1), 32% (health in project 2), and 24% (udder health in project 2) respectively.

The results presented, especially the ones on temperament and BCS, show interesting selection traits for organic farms. Those traits can quite easily be observed and in other studies quite high heritability estimates were found. It can be recommended to use both traits as future selection traits on organic farms (especially BCS-range), since they reflect how animals cope with their environment. Those features are most important on organic farms which usually don't have standardized environments. However more advisory services for organic breeding which include these traits are urgently needed.

It is also possible to integrate these traits into breeding programmes on population level, but further research is needed to find the best methods for collecting data on BCS and on temperament. In this regard several projects on BCS are already being conducted.

Einleitung und Problemstellung

In der ökologischen Landwirtschaft hat die Tierzucht bis heute kein deutliches eigenes Profil. Die Richtlinien für die ökologische Landwirtschaft in der EU und in der Schweiz geben zwar mehrere Hinweise zur Tierzucht:

- Die Haltung von Tieren aus Embryotransfer (ET) und die Durchführung dieser Technik sind verboten¹
- Der Einsatz von Vatertieren aus Embryotransfer ist verboten²
- Die Fortpflanzung der Tiere soll im Natursprung erfolgen, künstliche Besamung (KB) ist aber zulässig¹
- Die Tiergesundheit ist durch die Wahl angepasster Rassen und Linien zu fördern (Züchtung als langfristige Krankheitsprävention)¹
- Die Lebensleistung ist als Zuchtziel zu verfolgen³

Ausser beim Verbot des Embryotransfers haben diese Richtlinien alle einen empfehlenden und keinen vorschreibenden Charakter. Die Motivation, die empfohlenen Massnahmen umzusetzen, ist eher gering. Z.B. setzen nur 10 - 20% der ökologischen Betriebe beim Milchrind den Natursprung regelmässig ein, alle anderen verwenden die künstliche Besamung. Dieses Verhältnis ist genau gleich wie bei den konventionellen Betrieben (BAPST et al., 2005; ROECKL et al., 2005). Die ökologischen Betriebe halten vorwiegend Tiere aus „konventionellen Zuchtlinien“ und nicht speziell „angepasste Rassen und Linien“ (HÖRNING, 2005; ROECKL et al., 2005; BAPST, 2007). Nur auf wenigen ökologischen Betrieben ist eine eigene Tierzuchtstrategie etabliert, die sich an den Grundsätzen des Ökolandbaus orientiert (RAHMANN, 2004; BAARS et al., 2005a; REUTER, 2007), obwohl entsprechende Ansätze für das Milchrind bereits seit mehreren Jahrzehnten existieren (z.B. BAKELS & POSTLER, 1986, HAIGER et al., 1988).

In der konventionellen Milchrinderzucht hat zwar der Stellenwert der Tiergesundheit in den letzten Jahren zugenommen (BAPST & SPENGLER NEFF, 2002; HÖRNING, 2005; WEGMANN, 2005; BAPST, 2007), nach wie vor stehen aber weltweit (ausser in Skandinavien: MARK et al., 2000) hohe Produktionsleistungen an oberster Stelle der Zuchtzielformulierungen (siehe z.B. WEGMANN, 2005; SBZV, 2007; FLECKVIEHZUCHTVERBAND, 2007). Diese Hochleistungsstrategie ist für die meisten ökologischen Betriebe ungeeignet. Sie ist nur auf denjenigen Betrieben passend, die in der Lage sind, ihren Milchkühen Grundfutter von ausgezeichneter

¹ Dies gilt für: EU-Öko-Verordnung Nr. 1804 / 1999 und EC 834 / 2007; Schweizerische Bio-Verordnung: SR 910.18 vom 22. September 1997 und für alle privaten Biolabels der EU und der Schweiz

² Dies gilt für die Bio Suisse-Richtlinien und die Demeter-Richtlinien von Deutschland und der Schweiz

³ Dies gilt für die Schweizerische Bio-Verordnung, die Bio Suisse-Richtlinien und die Demeter-Richtlinien von Deutschland und der Schweiz

Qualität jederzeit anzubieten, denn sie müssen einen grossen Teil der auf konventionellen Betrieben üblichen Kraftfuttergaben durch Grundfutter ersetzen. In der Schweiz dürfen auf ökologischen Betrieben, die nach den Richtlinien der Bio Suisse wirtschaften (das sind 90% der Schweizer Biobetriebe⁴), die jährlichen Futterrationen für Wiederkäuer nicht mehr als 10% Kraftfutter (auf die Trockensubstanz bezogen) enthalten⁵. Gemäss der EU-Öko-Verordnung (Nr. 1804 / 1999) und der Bio-Verordnung der Schweiz (SR 910.18) sind 40% Kraftfutter erlaubt⁶. 13% aller Milchvieh haltenden Betriebe wirtschaften in der Schweiz nach den Richtlinien des biologischen Landbaus⁷ (RUDMANN & WILLER, 2005). Der grösste Teil dieser Betriebe liegt nicht in den besten Futterbaugebieten (RUDMANN & WILLER, 2005). Trotzdem werden auf den meisten dieser Betriebe Kühe mit hoher Produktionsleistungsveranlagung gehalten und Stiere mit hoher Produktionsleistungsveranlagung eingesetzt (BAPST et al., 2005; siehe dazu auch ROECKL et al., 2005). In einer Umfrage des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) gaben drei Viertel der 670 antwortenden Biobetriebe der Schweiz an, dass sie gesundheitliche Probleme in ihren Milchviehherden haben (BAPST et al., 2005). Trotzdem werden auf Biobetrieben in der Schweiz weniger Stiere mit guten Zuchtwerten in Gesundheitsmerkmalen eingesetzt als auf konventionellen Betrieben (BAPST et al., 2005; in Österreich ist es ähnlich: ROECKL et al., 2005).

NAUTA et al. (2005a) zeigten in einer Untersuchung mit über 1200 Milchwirtschaftsbetrieben in Holland, dass Holsteinkühe auf ökologischen Betrieben geringere Milchleistungen und höhere Zellzahlen in der Milch aufwiesen als Holsteinkühe auf konventionellen Betrieben. Diese Tiere können auf ökologischen Betrieben oft nicht die genetisch veranlagten Leistungen erbringen (siehe auch RAHMANN, 2001)⁸. Diesbezügliche Genotyp x Umwelt-Interaktionen wiesen NAUTA et al. (2006) und NAUTA (2009) nach.

Offensichtlich ist die Anbindung der Milchrinderzucht auf ökologischen Betrieben an die konventionelle Milchviehzucht nicht immer erfolgreich. Es werden daher eigene, tragende und motivierende Konzepte für die Milchviehzucht (und auch für die gesamte Tierzucht) in der ökologischen Landwirtschaft benötigt, und zwar auf drei verschiedenen Ebenen:

⁴Der Begriff „Biobetrieb“ ist in der Schweiz synonym für „ökologischer Betrieb“ und wird in diesem Sinne verwendet, wenn von Arbeiten aus der Schweiz und Situationen in der Schweiz die Rede ist.

⁵BIO SUISSE Richtlinien, Art. 3.1.8

⁶EU-Öko-Verordnung: EWG Nr. 2092 / 91, Anhang 1B, 4.7; Schweizerische Bio-Verordnung SR 910.18 vom 22. September 1997

⁷Der Begriff „biologischer Landbau“ ist in der Schweiz synonym für „ökologischer Landbau“ und wird in diesem Sinne verwendet, wenn von Arbeiten aus der Schweiz und Situationen in der Schweiz die Rede ist.

⁸Die Tiere können aber auch nicht ihre veranlagten hohen Milchleistungen ganz flexibel an die Fütterung anpassen; häufig ist auf Biobetrieben die Milchleistung im Vergleich zu den Futtergehalten „zu hoch“.

- bei der Formulierung der Zuchtziele und der Auswahl der Selektionskriterien
- bei der Auswahl der Tiertypen (Rassen und Linien)
- bei den Zuchtmethoden und Reproduktionstechniken.

Der Biolandbau mit seinen ökologischen und ethischen Ansprüchen und Hintergründen erfordert erweiterte und zum Teil andere Grundlagen für diese Auseinandersetzung als in der übrigen Landwirtschaft (vergl. dazu BOEHNCKE, 2000 und BAARS, 2002). Denn der Biolandbau ist nicht aus Überlegungen entstanden, die bloss das Weglassen einzelner Techniken oder Substanzen fordern, wie es die Richtlinien für den ökologischen Landbau teilweise implizieren könnten. Er ist entstanden aus dem Bestreben, den Lebewesen und ihrer Umgebung (z.B. Boden, Gewässer) in der landwirtschaftlichen Arbeit so gut wie möglich gerecht zu werden, um einen nachhaltigen Bestand und eine gute Gesundheit sowohl dieser Lebewesen wie auch der durch sie erzeugten Produkte zu erreichen und damit eine gesunde Ernährung der Menschen und eine positive Entwicklung der Erde zu fördern (siehe dazu: VOGT, 1999; NIGGLI, 2000; BAARS, 2002). Mit diesen Zielen wurden ursprünglich oft philosophische und spirituelle oder religiöse Aspekte verbunden (KRISTIANSEN & MERFIELD, 2006). Dies gilt sowohl für die biologisch-dynamische Landwirtschaft, die nach dem ersten Weltkrieg aufgrund der Anthroposophie Rudolf Steiners zunächst in Deutschland, in der Schweiz und in Österreich entwickelt wurde, wie auch für die vorwiegend nach dem zweiten Weltkrieg entwickelte biologisch-organische Methode, die in der Schweiz von Hans Müller, aufbauend auf dem Konzept des Kreislaufs der lebendigen Substanz nach RUSCH (1952) eingeführt wurde und die stark mit dem christlichen Glauben verknüpft war (VOGT, 1999; AEBERHARD & RIST, 2009). Die Zusammenarbeit von Forschenden und Praktizierenden wie auch die Verknüpfung von praktischen und philosophischen Fragen gehörte am Anfang eminent zur Biolandbaubewegung dazu (AEBERHARD & RIST, 2009). Im Zuge ihres Wachstums und wegen der vermehrt wirtschaftlich motivierten Umstellung von Betrieben auf biologischen Landbau in den 90er-Jahren verloren diese Aspekte immer mehr an Bedeutung. AEBERHARD & RIST (2009) gehen sogar so weit zu sagen, dass der Verlust der philosophischen Auseinandersetzungen der Preis gewesen sei für die heutige gesellschaftliche Anerkennung des Biolandbaus. Gleichzeitig betonen sie, dass dieser Trend umkehrbar sei, insbesondere durch die Anerkennung der Notwendigkeit der Transdisziplinarität für die Weiterentwicklung des Biolandbaus.

Von der biologisch-dynamischen Landwirtschaft sind mehrmals Impulse für den gesamten Biolandbau ausgegangen (VOGT, 1999). Sie trug als erste Biolandbaubewegung in

Mitteleuropa entscheidend zur Entwicklung des Biolandbaus bei (AEBERHARD & RIST, 2009). In dem ihr zugrunde liegenden Kurs für Landwirte (STEINER, 1924) wurden zahlreiche Ideen und Methoden für die Entwicklung der Landwirtschaft vorgeschlagen, die für die damalige Zeit aussergewöhnlich waren und deren Tragweite zum Teil erst heute sichtbar wird⁹. Mit Bezug auf diese Tragweite wurden biologisch-dynamische / anthroposophische Ansätze in der vorliegenden Arbeit in die Suche nach neuen Ideen für die Tierzucht im Biolandbau einbezogen. Die sogenannte „Dreigliederung der Säugetiere“ (SCHAD, 1971; SPRANGER, 2007) bot den theoretischen Hintergrund für die Suche nach geeigneten Hilfsmerkmalen für die Förderung der Tiergesundheit durch die Züchtung. Die folgende Hypothese wurde dafür aufgestellt:

„Die Gesundheit des Milchrindes hängt zusammen mit der individuellen Ausprägung seiner wesentlichen arttypischen (mit Verdauung und Stoffwechsel zusammenhängenden) Eigenschaften, insbesondere mit wesentlichen Verhaltenseigenschaften.“

Sie wurde anhand von Beobachtungen in einer Milchviehherde überprüft.

Weil die Suche nach einem eigenen Profil für die ökologische Tierzucht umfassend und zentral ist, wird im folgenden Literaturteil nicht nur Bezug auf diese einzelne Fragestellung genommen, die im praktischen Teil bearbeitet wurde, sondern es werden auch geschichtliche Hintergründe zur Entwicklung der Tierzucht und bestehende komplementäre Ansätze und Ideen für die ökologische Tierzucht dargestellt.

⁹Z.B. die Betrachtung des ganzen landwirtschaftlichen Betriebes als Organismus oder Betriebsindividualität, die Betonung der Notwendigkeit eines persönlichen Verhältnisses zum Naturgeschehen bei der Durchführung landwirtschaftlicher Arbeiten oder ganz konkret: die Empfehlung, Auenlandschaften, Hecken und Bäume zu pflegen, um Lebensräume für Vögel und andere Wildtiere zu erhalten und zu schaffen oder die Nutztiere draussen auf der Weide ihren Sinnen nachgehen zu lassen, damit sie das finden, was sie brauchen oder genau so viele Tierarten und –individuen zu halten, wie es für die Bewirtschaftung und Düngung des Betriebes braucht, für die auch das entsprechende Futter vorhanden ist (siehe STEINER, 1924).

1. Literaturübersicht

1.1. Geschichtliche Aspekte zur Milchrinderzucht

Im Mittelalter waren die katholischen Orden und Klöster an vielen Orten in Mitteleuropa Lehranstalten und Vorbilder der Landbewirtschaftung und der Viehhaltung (SCHWENDIMANN, 1945). Sie besaßen selbst grosse Ländereien. Der Einfluss der Klöster war im Allgemeinen befruchtend für die Landwirtschaft (SCHWENDIMANN, 1945). Aber der von der Kirche vertretene Kreationismus setzte eine vollkommene und unveränderliche, von Gott geschaffene Schöpfung voraus (MAYR, 2003), was dazu beitrug, dass kein grosses Gewicht auf die züchterische Verbesserung der Tiere gelegt wurde (WERNER, 1902; BERGE, 1959). Die arabische (von der katholischen Kirche unbeeinflusste) Pferdezüchtung war hingegen damals schon auf einem sehr hohen Niveau (BERGE, 1959). Auch die Milchrinderzucht in Holland scheint schon im Mittelalter auf einem hohen Niveau bezüglich Milchleistungen gewesen zu sein, denn bereits im 13. Jahrhundert gab es dort bedeutende Buttermärkte, die nur durch eine intensive Milchproduktion entstanden sein konnten (VOITL et al., 1980). Erst im ausgehenden Mittelalter wurden durch Kreuzungen von Rindern aus dem Alpenraum mit den Niederungsrassen und durch neue Tierhaltungssysteme (Stallhaltung und Fütterung der Tiere im Stall) auch in weiten Teilen Mitteleuropas züchterische Verbesserungen der Eigenschaften der Tiere angestrebt (WERNER, 1902). In dieser Zeit wurden die Theorien der Gottgegebenheit und der Unveränderlichkeit der Schöpfung vermehrt hinterfragt und somit die (züchterische) Veränderung der Tiere vorstellbar. Die „Hausväter-Literatur“ im 16. und 17. Jahrhundert behandelte zwar viele landwirtschaftliche Fragen, enthielt aber noch fast nichts über Haustierzucht (BERGE, 1959).

Im 18. Jahrhundert wurde die Landwirtschaft stärker in die wissenschaftliche Arbeit einbezogen, und an Universitäten wurden Vorlesungen zur Tierzucht gehalten, die jedoch vorwiegend die Vermehrung der Tiere und noch kaum ihre Beurteilung und Auswahl beinhalteten (BERGE, 1959). Der französische Forscher Buffon propagierte um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Kreuzung als generelle Zuchtmethod der Wahl, um die Eigenschaften der Nutztiere zu verbessern. Diese Methode wurde von vielen Landwirten übernommen, führte aber oft zu planlosen Kreuzungen ohne befriedigendes Ergebnis (BERGE, 1959).

Die Pferde- und die Schafzucht wurden in Mitteleuropa intensiver vorangetrieben als die Rinderzucht; diese wurde damals eher als eine „Begleiterscheinung des Pflanzenbaus“ angesehen (BERGE, 1959). Die englische Tierzucht wurde weit rascher und intensiver

entwickelt als jene auf dem Kontinent. Die englische Industrialisierung wird als eine Ursache der grossen Nachfrage nach tierischen Produkten und der frühen Entwicklung der Nutztierzucht auf der britischen Insel angesehen (BERGE, 1959). Sie baute vor allem auf praktischen Erfahrungen und Ergebnissen hervorragender Züchter (wie Robert Bakewell oder die Gebrüder Colling) sowie auf konsequenter Beschreibung der Tiere und ihrer Ahnenreihen und auf Inzucht mit den besten Tieren auf (NATHUSIUS, 1857, 1872). Ganz aufgeklärt sind allerdings die damaligen Zuchtmethoden bis heute nicht (BERGE, 1959). Im 19. Jahrhundert wurden die englischen Methoden auch auf dem Kontinent übernommen (siehe dazu NATHUSIUS, 1872).

Zwischen 1825 und 1890 wurden zahlreiche Kühe von Europa nach Amerika exportiert; insbesondere die schwarzbunten Tiere aus Nordholland und Ostfriesland und die braunen Kühe aus der Schweiz, die dann in den USA als „Holstein Friesian“ und „Brown Swiss“ weiter gezüchtet wurden. In den USA wurden die Zuchtziele Milchleistung und Grösse viel stärker verfolgt als in den Ursprungsländern (VOITL et al., 1980). In Holland und in der Schweiz wurden in dieser Zeit eher kleinere Zweinutzungstiere mit höheren Fettgehalten in der Milch gezüchtet (VOITL et al., 1980). Ab den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts wurden die europäischen Kühe mit den amerikanischen Rassen wieder eingekreuzt, um die Milchleistungen zu erhöhen (GERBER, 2005). Es fanden Verdrängungskreuzungen statt, die teilweise zum Aussterben der einheimischen Rassen führten (z.B. der schwarz-weissen Freiburgerkuh in der Schweiz in den 70er-Jahren; GERBER, 2005).

In den Lehrbüchern zur praktischen Rinderzucht der letzten ca. 130 Jahre lässt sich eine sukzessive Veränderung der Blickrichtung und der Schwerpunktsetzung feststellen (siehe Tab. 1): Von der Mitte bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde die unterschiedliche Entwicklung der Tiere in verschiedenen Umwelten genau beschrieben und deren Zusammengehörigkeit betont (PROSCH, 1880; WILCKENS, 1888; KRAEMER, 1894). Ab Anfang des 20. Jahrhunderts wurden vor allem zahlreiche Rassen detailliert beschrieben. Sie wurden einerseits aufgrund ihrer Umwelt und Herkunft, andererseits nach ihrer Nutzungsrichtung, aber auch nach Liebhaberei und Formalismus eingeteilt (WERNER, 1902; HANSEN, 1927; BERGE, 1959). Ab den 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts wurde die moderne Vererbungslehre, die auf der Entdeckung der physiologischen Grundlagen der Vererbung zu Beginn des 20. Jahrhunderts beruhte, zu einem wichtigen Fundament der Viehzucht. Dadurch richtete sich der Blick nun vor allem auf die Individuen und auf einzelne Merkmale der Individuen (siehe HAGEDOORN, 1939). Während HAGEDOORN (1939) noch stark den notwendigen Umweltbe-

zug der Tiere und ihrer Eigenschaften betonte und die Förderung von Produktionsleistungsmerkmalen, Gesundheits- und Robustheitsmerkmalen durch die Züchtung gleichermaßen empfahl, wurde später der Aspekt der Produktionsleistung stärker betont und der Umweltbezug nur noch am Rande erwähnt (siehe HAMMOND et al., 1958).

Tab. 1: Anteile verschiedener Themen in europäischen Rinderzuchtlehrbüchern von 1880 bis 1994 (in % der Gesamtseitenzahl; besonders hohe Anteile im Vergleich zu den anderen Büchern sind fett gedruckt)

Lehrbuchinhalte Rindviehzucht (%)	Prosch 1880	Wilckens 1888 / 1903	Kraemer 1894 / 1911	Werner 1903	Hansen 1927	Hagedoorn 1939	Haring / Johansson	Kräusslich 1994
Schönheit	0	0	2.8	0	0	0	0	0
Gesundheit	0	2.5	2.8	0	0.4	3	3.9	1
Umweltbezug des Körperbaus	18	11.7	8	1	1	3	3.6	1
Rassen	18	1.3	0	40	47	2	24.7	2
Vererbung / Genetik	0	7.4	0	0	0	15.1	21.6	40
Zuchttechnik / Methoden	0	27.6	63.2	13.8	9.6	48.3	9.5	20
Gentechnische Methoden	0	0	0	0	0	0	0	22
Anatomie / Physiologie	1	0	13.5	5	10.6	0	24.9	0
Geschichte	8	0	0	8	3.7	4.7	11.8	5.4
Haltung, Fütterung und Pflege	57	46.6	9.7	28.4	20.2	0	0	0
Andere Tierarten	0	0	0	0	0	13.9	0	8.6

Auch in der Praxis verlor der Umweltbezug der Tiere an Bedeutung, da es besser möglich war, die Umwelt zu „standardisieren“ (vor allem durch Zukäufe der benötigten Futterkomponenten) und dadurch Tiere mit höheren Produktionsleistungen an verschiedenen Standorten zu halten. Ab ca. 1950 verschwanden die an spezielle Umweltbedingungen angepassten Landrassen immer mehr und wurden durch kommerzielle Rassen mit hohen Produktionsleistungen ersetzt (BAARS et al., 2004). Die damals aufgekommene künstliche Besamung beschleunigte diese Entwicklung. HOGREVE (1959) und ANDRESEN & PAVEL (1989) zeigen auf, dass ca. ab den 40er-Jahren des 20. Jahrhunderts immer mehr metrisch messbare Merkmale für die Zuchtwertschätzungen interessant wurden, weil sie leicht zu erfassen sind und eine bessere Erbllichkeit aufweisen als funktionale (die Konstitution betreffende) Merkmale. Die Autoren betonen, dass dadurch die Konstitutionsforschung und

–förderung vernachlässigt wurde. Durch die künstliche Besamung konnte ein Bulle viel mehr Nachkommen haben als früher, was die Genauigkeit der Schätzung seiner Zuchtwerte stark erhöhte¹⁰. Ein Zuchtwert gibt an, um welchen Betrag die genetische Veranlagung eines Tieres in einem bestimmten Merkmal schätzungsweise vom Schnitt einer definierten Population (meistens ist es die Rasse in einem Land) abweicht. Dieser Genotyp wird in der Regel aufgrund der Beurteilung des Phänotyps des Tieres selbst und der direkt verwandten Tiere geschätzt. Vor allem bei Stieren werden dafür Leistungsprüfungen der weiblichen Nachkommen durchgeführt. Mit der in den letzten Jahren neu entwickelten „genomischen Selektion“ (GS) können heute aufgrund von „Single Nucleotid-Polymorphismen-Strukturen“ (SNP's) aus DNA-Proben des betreffenden Tieres, Genotypen *direkt*, ohne Leistungsprüfungen (ausser in den Nukleusherden) beurteilt und selektiert werden (MEUWISSEN et al., 2001; SCHAEFFLER, 2006; SIMIANER, 2007). Diese Beurteilung kann bereits beim neu geborenen Kalb oder beim Embryo erfolgen. Da die Zuchtwertschätzung mit Hilfe von Leistungsprüfungen lange dauert und aufwändig ist, sind die Milchrinderzuchtorganisationen weltweit bestrebt, mit dieser Methode die direkte Auswahl von Genotypen zu ermöglichen und damit die Generationenintervalle zu verkürzen und die Kosten zu senken. Zuchtwerte einzelner Stiere werden in verschiedenen Ländern (USA, Kanada, Neuseeland, Irland, Holland und Frankreich) schon heute ausschliesslich aufgrund der Genomstrukturen und der Abstammung berechnet und veröffentlicht („genomische Zuchtwerte“). In einzelnen Besamungsstationen beträgt der Marktanteil dieser Stiere für die künstliche Besamung bereits 40% (BIGLER, 2010)!

Insgesamt kann dieser Trend, der die Rinderzucht in der Zeit von 1880 bis heute geprägt hat, als reduktionistisch bezeichnet werden, da er von der ganz umweltbezogenen (und noch nicht stark auf das einzelne Tier gerichteten) Züchtung im 19. Jahrhundert, über die Rassenzucht anfangs des 20. Jahrhunderts, über die Förderung individueller Tiere mit hervorragenden Eigenschaften ab den 40er-Jahren bis zur Selektion einzelner Gene oder Genotypen ab heute führte. Bei der genomweiten Selektion wird die Theorie, dass die Eigenschaften der Tiere ursächlich von ihren Genen und genetischen Strukturen abhängen, erstmals konsequent in der Praxis angewendet. Entsprechend wird heute unter Züchtung die Vermehrung der im gegenwärtigen wirtschaftlichen Umfeld erwünschten Gene und die Minimierung der unerwünschten Gene durch geeignete Anpaarung und Selektion in einer Population verstanden (DEMPFLE, 2004). Immer stärker ist dadurch der Blick der Zuchtorganisationen

¹⁰Bei sehr hohen Nachkommennzahlen, ab ca. 500, wird der Zuwachs an Sicherheit durch noch mehr Nachkommen jedoch marginal.

(nicht unbedingt der einzelnen Züchterinnen und Züchter) auf einzelne Gene oder Genkombinationen gerichtet und immer weniger auf das ganze Tier und seinen Umweltbezug. Der reduktionistische Trend erfährt damit heute seine bisher höchste Steigerung.

Die starke züchterische Förderung der Produktionsleistungsmerkmale in den letzten 50 Jahren (HOGREVE, 1959; ZEDDIES, 1977; ANDRESEN & PAVEL, 1989) führte zu grossen Milchleistungssteigerungen. In allen milchproduzierenden Industrieländern geben die Kühe heute ca. doppelt so viel Milch wie noch vor vierzig Jahren. Gleichzeitig nahm die Lebensdauer der Tiere kontinuierlich ab, sodass sie heute nur noch ca. halb so lange leben wie vor 40 Jahren, nämlich durchschnittlich 4.5 bis 5.5 Jahre (REUTER, 2007; KNAUS, 2009).

Dem grossen Trend im 20. Jahrhundert standen einzelne andere Ansätze gegenüber, die stärker auf das ganze Tier und ganzheitliche Merkmale, wie die Konstitution oder die Lebensleistung achteten (z.B. BAKELS, 1960; HAIGER et al., 1988; siehe dazu auch HOGREVE, 1959; ZEDDIES, 1977), aber sie blieben Randerscheinungen in der globalen Wissenschaft und Praxis der Rinderzucht. Diese Ansätze passen möglicherweise besser zu den Anforderungen des biologischen Landbaus als die konventionellen; deshalb werden sie im Kapitel 1.2. genauer betrachtet.

1.1.1. Geschichtliche Aspekte zur ökologischen Milchrinderzucht

Die ökologische Landwirtschaft entstand unter anderem aus einem Unbehagen über die Entwicklung der übrigen Landwirtschaft: die künstliche Düngung und die verstärkte Mobilität, welche eine Unabhängigkeit der Pflanzenproduktion von der Tierhaltung (und umgekehrt) ermöglichten, forcierten ab den 50er-Jahren des 20. Jahrhunderts die Industrialisierung der Landwirtschaft. Der Ökolandbau war eine Gegenbewegung dazu, welche die landwirtschaftliche Produktion in Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt durch Unterstützung der natürlichen Prozesse und mit Respekt gegenüber den Lebewesen betreiben wollte (BAARS et al., 2004). Die kleinen Pionierbewegungen des Ökolandbaus, die schon in den 20er-Jahren ihren Anfang nahmen, wurden erst in den 70er-Jahren grösser und populärer (SCHMID, 2007). Alle Biolandbaubewegungen hatten zu Beginn ihren Schwerpunkt im Pflanzenbau. Auch Biolandbau-Richtlinien existierten zunächst nur für den Pflanzenbau. Die Tierhaltung wurde nur am Rande oder gar nicht erwähnt (siehe z.B. HOWARD, 1943; RUSCH, 1952; BAARS et al., 2004; SCHMID, 2007). In der biologisch-dynamischen Landwirtschaft war zwar von Anfang an auch von der Tierhaltung und –züchtung die Rede (STEINER, 1924), aber in ihren frühesten (Demeter-)Richtlinien war ebenfalls nur der Pflanzenbau erwähnt (SCHMID,

2007). 1980 wurden die ersten privatrechtlichen internationalen Standards von IFOAM veröffentlicht, welche auch einen Passus über Tierfütterung (jedoch nicht über Tierzucht) enthielten (SCHMID, 2007). 1986 stellten in der Schweiz der VSBLO und 1990 in Deutschland die AGÖL privatrechtliche Rahmenrichtlinien für ihre Mitgliedsverbände auf, in denen Richtlinien für die Tierhaltung (aber nicht für die Tierzucht) aufgeführt waren. Erst 1999 wurden die ersten staatlichen Richtlinien für die ökologische Tierhaltung und -züchtung aufgestellt (EU-Regulation 1804/99; SCHMID, 2007), welche 2004 erneuert und ergänzt wurden. Zudem entwickelte die FAO/WHO weltweit gültige Richtlinien für die Produktion ökologischer Nahrungsmittel, ab 2001 auch mit Tierhaltungsrichtlinien (Codex Alimentarius Commission, 1999/2001/2004; SCHMID, 2007). Die grösste Herausforderung für die Entwicklung der Bio-Tierhaltung (und ihrer Richtlinien) besteht heute darin, Wege zu finden, wie mit den zur Verfügung stehenden Tieren (wieder) eine bodenabhängige Produktion erreicht werden kann, bei der das Tier nicht zum Nahrungskonkurrenten des Menschen wird (BAARS et al., 2004). Bis heute wird dieser Aspekt in den meisten Bio-Tierhaltungs- und Züchtungsrichtlinien nur wenig berücksichtigt.

Bereits in den 1980er Jahren wurden verschiedene Konzepte zur artgerechten Tierhaltung (FÖLSCH, 1986; BARTUSSEK, 1988; RIST, 1989) und Tierzucht (BAKELS & POSTLER, 1986; HAIGER et al., 1988) erforscht und als naturgemässe (und in diesem Sinne biologische) Konzepte für die Viehwirtschaft dargestellt. Diese Arbeiten dienten auch teilweise als Grundlagen für den Aufbau der Bio-Tierhaltungsrichtlinien. Insbesondere das Konzept der Lebensleistungszucht wurde in einigen relativ frühen Schriften zum Biolandbau (ab 1980) als bio-logische Rindviehzuchtmethodik beschrieben (VOITL et al., 1980) und in den Richtlinien der Bio Suisse als zu bevorzugende Zuchtmethodik erwähnt. Die Linienzucht mit Kuhfamilien wurde von BAARS (1989) als eine Zuchtmethodik für Biobetriebe empfohlen.

Um die Jahrtausendwende entstanden mehrere Initiativen, um „ökologische Gesamtzuchtwerte“ für KB-Stiere zu entwickeln, die deren Stärke in der Vererbung von funktionalen Merkmalen auszeichnen sollten (POSTLER, 1996; POSTLER & BAPST, 2000; BAPST, 2001; BAUMUNG et al., 2001; BAPST & SPENGLER NEFF, 2002; WALTER, 2003). In der Schweiz fingen auch die Genetikanbieter an, ökologische Gesamtzuchtwerte auszuweisen (HÖRNING, 2005) und Stiere für Biobetriebe aufgrund ihrer Stärken in funktionalen Merkmalen und / oder weil sie nicht durch Embryotransfer entstanden sind, zu empfehlen. Trotz dieser Bemühungen konnte bis heute kein Bio-Zuchtkonzept etabliert werden, das von einem grossen Teil der Biobetriebe angewendet wird.

Die bereits bestehenden Konzepte zur ökologischen Milchrinderzucht und weitere Aspekte dazu werden in den folgenden Kapiteln dargestellt und bezüglich ihrer Eignung für die Entwicklung der ökologischen Milchrinderzucht besprochen.

1.2. Bestehende Konzepte für eine ökologische Milchrinderzucht

1.2.1. Verbesserung funktionaler Merkmale, ökologische Gesamtzuchtwerte und Fitness-Indices

Die funktionalen Merkmale werden heute in der konventionellen Milchrinderzucht immer stärker bei den Zuchtzielformulierungen und bei der Auswahl der Zuchttiere berücksichtigt (BAPST & SPENGLER NEFF, 2002; PRYCE et al., 2004; HÖRNING, 2005; WEGMANN, 2005; DUCROCQ, 2010). Dieser Trend kommt auch der ökologischen Tierzucht entgegen und passt gut zu ihrem Ziel, die Tiergesundheit durch die Züchtung zu fördern. Die Berücksichtigung von funktionalen Merkmalen ermöglicht auch einen ganzheitlicheren Blick auf das Tier, indem nicht mehr nur Produktionsleistungsmerkmale im Vordergrund stehen. In mehreren Ländern werden „ökologische Gesamtzuchtwerte“ (ÖZW) mit besonders starker Gewichtung der Zuchtwerte für funktionale Merkmale für KB-Stiere einzelner Rassen berechnet (POSTLER & BAPST, 2000; BAPST, 2001; BAUMUNG et al., 2001; POSTLER, 2002; KROGMEIER, 2003; WALTER, 2003). In der Schweiz wird ein ÖZW für Braunvieh- und HF-Stiere berechnet, der zu 76% auf funktionalen Merkmalen und zu 24% auf Produktionsleistungsmerkmalen basiert. Der Schweizerische Fleckviehzuchtverband berechnet einen „Index für Fitness“ (IFI), der die Zuchtwerte für funktionale Merkmale zusammenfasst¹¹. Weltweit werden heute bei der Berechnung von Gesamtzuchtwerten für Stiere der Milchrinderrassen Produktionsleistungsmerkmale noch zu 30 – 50% berücksichtigt (DUCROCQ, 2010).

HARDER et al. (2004) zeigen, dass sich eine stärkere Gewichtung der Zuchtwerte für funktionale Merkmale für Biobetriebe ökonomisch lohnen kann, denn die Kosten reduzierenden funktionalen Merkmale haben im Biolandbau einen höheren Stellenwert als Merkmale für hohe Produktionsleistungen, weil diese nur unter Einsatz hoher Kraftfuttermengen zu erzeugen sind.

Unbefriedigende Aspekte der ökologischen Gesamtzuchtwerte sind, dass sie auf phänotypischen Daten (Leistungsprüfungen) basieren, die vorwiegend unter konventionellen

¹¹Zudem vertreibt die Sektion „Swiss Fleckvieh“ des Schweizerischen Fleckviehzuchtverbandes keine Samendosen von KB-Stieren, die aus Embryotransfer stammen.

Umweltbedingungen erhoben wurden, und dass Produktionsleistungsmerkmale immer noch ein relativ starkes Gewicht haben. Es werden auch keine speziellen, für den Biolandbau wichtigen Merkmale - wie z.B. die Raufutterverwertung - erhoben und einbezogen (HÖRNING, 2005). Auch die direkte Erhebung der Krankheitsresistenz und entsprechende Zuchtwertberechnungen wären für Biobetriebe interessant, weil sie die direkte Zucht auf Gesundheit ermöglichen würden. Solche Zuchtwertschätzungen werden aber bis heute nur in den skandinavischen Ländern durchgeführt. Die aufwändige Erhebung, die geringe Erbllichkeit und die negativen genetischen Korrelationen zu den Produktionsleistungsmerkmalen sind einer Entwicklung in dieser Richtung in anderen Ländern hinderlich (PRYCE et al., 2004; CONINGTON et al., 2010).

Biobetriebe in der Schweiz nutzen Informationen zu den funktionalen Merkmalen und zu den ökologischen Zuchtwerten der KB-Stiere aber nicht intensiv für ihre Stierenauswahl (BAPST et al., 2005). Auch die Webseite www.biorindviehzucht.ch wird in dieser Hinsicht von den Züchterinnen und Züchtern nur selten verwendet (SPENGLER NEFF, 2009).

1.2.2. Lebensleistungszucht

BAKELS & POSTLER (1986) und HAIGER et al. (1988) beschreiben auf der Grundlage der Arbeiten von BAKELS (1960; 1962) das Konzept der Lebensleistungszucht. In diesem Zuchtconcept sollen nicht Einzelmerkmale das Zuchtziel bilden, sondern eine gute Lebensleistung soll als einziges Zuchtziel verfolgt werden, da diese immer alle erwünschten Einzelmerkmale mit enthalte, denn ein Tier mit einer guten Lebensleistung sei sicher nicht oft krank, sei immer fruchtbar und in der Produktionsleistung gut. „Hohe Lebensleistung ist der naturgemässe Selektionsindex aus Leistungshöhe und Lebenskraft“ (HAIGER et al., 1988). Um gute Lebensleistungen zu erreichen, empfiehlt HAIGER (2005), von Kühen mit guten Milchleistungen nicht auch noch hohe Fleischleistungen (der Kälber) zu erwarten. HAIGER (2005) betont, dass eine Zucht auf Frühreife (frühe Abkalbungen und hohe Erstlaktationsleistungen) zu weniger langlebigen Tieren und zu verhältnismässig geringen Milchleistungen in späteren Laktationen führe. Die Milchleistung spätreifer, langlebiger Kühe steigere sich bis zur 3. Laktation stark und bleibe dann bis zur 7. Laktation auf ähnlichem Niveau, danach sinke sie wieder ab. (BAKELS, 1959 stellt hingegen dar, dass die Jahresmilchleistungen bis in die 7. Laktation stetig steigen sollten.) Auch ökonomisch sind eine hohe Lebensleistung und eine lange Nutzungsdauer sinnvoll, da der Anteil der Remontierungskosten an den Gesamtkosten geringer wird (WALTER, 2003; THOMET & STEIGER BURGOS, 2007). Ein Nachteil der Verfolgung des alleinigen Zuchtzieles „hohe Lebensleistung“ ist die mögliche Vernach-

lässigung von Merkmalen, die das Leben des Tieres nicht beeinträchtigen und sich deshalb nicht auf seine Lebensleistung auswirken, aber die für eine gute Milchproduktion dennoch wichtig sind (z.B. Zellzahlen in der Milch).

Obwohl die Zucht auf hohe Lebensleistung in der Literatur zur biologischen Landwirtschaft (VOITL et al., 1980) und teilweise in den Richtlinien empfohlen wird, ist dieses Konzept bis heute auf den Biobetrieben nicht stark verbreitet. Die Nutzungsdauer der Kühe liegt auch auf Biobetrieben im Schnitt nicht höher als auf konventionellen Betrieben (siehe z.B. SPENGLER NEFF et al., 2010b). Die meisten Biobetriebe arbeiten mit den konventionellen Zuchtlinien der Zuchtverbände und nicht mit speziell langlebigen Linien. KB-Stiere mit guten Zuchtwerten für Nutzungsdauer und guten ökologischen Gesamtzuchtwerten werden von der Arbeitsgemeinschaft für Rinderzucht auf Lebensleistung, in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) für insgesamt sechs Milchrinderrassen in Deutschland und Österreich publiziert. In der Schweiz werden Stiere, die von langlebigen Linien und von einer Mutter mit einer guten Lebensleistung abstammen und die gute Zuchtwerte für Fitnessmerkmale (oder einen guten ÖZW) haben, beim grössten Genetikanbieter Swissgenetics mit dem „Kleeblattlabel“ ausgezeichnet. Die Kriterien für das Label wurden in Zusammenarbeit mit Bio-Landwirten und mit dem FiBL festgelegt. Trotz dieser Informationen braucht es ein hohes Engagement der Züchterinnen und Züchter, sich diese zu beschaffen und für den eigenen Betrieb auszuwerten und anzuwenden. Zudem entsprechen nur relativ wenige Stiere pro Rasse den hohen Anforderungen. Dies könnten Gründe sein für die geringe Verbreitung der Lebensleistungszucht.

1.2.3. Kuhfamilienzucht

In der älteren Literatur zur Tierzucht finden sich viele Untersuchungen zur Familienzucht bzw. zur Bedeutung von Kuhfamilien. Ausgangspunkt für diese Forschungen war ursprünglich die Hypothese von SETTEGAST (1872) (in: KLUNKER et al., 2002), dass bestimmten Tieren eine besondere Vererbungskraft zu Eigen sei, die er als „Individualpotenz“ bezeichnete. Mit der Ausdehnung der Besamungszucht und der damit verbundenen Entwicklung von sehr grossen Populationen seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ging die Bedeutung der Kuhfamilien und der Familienzucht sowohl in der Praxis wie auch in wissenschaftlichen Arbeiten stark zurück (KLUNKER et al., 2002; HAIGER, 2005). Heute findet sich der Begriff der Kuhfamilienzucht wieder vermehrt in wissenschaftlichen Veröffentlichungen, was mit der Anwendung des Embryotransfers und mit der dadurch möglich gewordenen Erhöhung der Nachkommenzahlen weiblicher Tiere in Zusammenhang steht

(KLUNKER et al., 2002). Bei dieser Art von Familienzucht handelt es sich vor allem um den Einsatz von KB-Stieren, die auf hervorragende Stammkühe mit mehreren in der Hochzucht bekannten (und meist durch Embryotransfer entstandenen) Töchtern und Söhnen zurückgehen (siehe z.B. OBERLI-EGLI, 2009). Diese KB-Stiere sind für den Einsatz in den grossen, landesweiten oder weltweiten Populationen bestimmt. Wenn im Zusammenhang mit der ökologischen Landwirtschaft von Kuhfamilien und Familienzucht die Rede ist, sind solche Kuhfamilien natürlich nicht gemeint, da im ökologischen Landbau nicht mit Embryotransfer gearbeitet wird. Es ist eine Familienzucht in der Verbindung mit der Methode der Linienzucht in Kleinpopulationen gemeint (siehe dazu ENDENDIJK et al., 2001; BAARS et al., 2005a; HAIGER, 2005; NAUTA et al., 2005b; BAARS, 2008). Bei jeder Art von Familienzucht wird mit Kuhfamilien gearbeitet, die von Stammkühen mit hervorragenden Eigenschaften und ohne Erbfehler abstammen. Sowohl männliche wie weibliche Zuchttiere werden aus den Verwandtschaftslinien dieser Stammkühe ausgewählt und in der weiteren Zucht innerhalb der eigenen Herde verwendet. Obwohl die Tiere einer Herde, die auf der Linienzucht mit Kuhfamilien basiert, auf (mindestens drei) verschiedene, miteinander nicht verwandte Stammütter zurückgehen, sind die Tiere letztlich alle miteinander verwandt, wegen der durchgehenden Verwendung von männlichen Tieren aus den verschiedenen Stammlinien. Mit der Linienzucht mit Kuhfamilien soll durch systematische Verwandtenpaarung erreicht werden, dass die erwünschten Erbanlagen bei den Nachkommen angehäuft werden (erhöhte Homozygotiegrade für diese Eigenschaften), ohne dass zu hohe Inzuchtgrade entstehen (BAARS, 1989; 2008; BAARS et al., 2005a; HAIGER, 2005). BAARS (2008) empfiehlt daher, dass nur Tiere gepaart werden sollen, die in den ersten drei Vorfahren-Generationen nicht oder nur wenig miteinander verwandt sind. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit einer Blutauffrischung durch den Zukauf eines weiblichen, mit der eigenen Herde nicht verwandten Tieres ca. alle fünf Jahre, bei Wahrung des „Blutanschlusses“ (Verwandtschaft mit den drei Linien) bei den männlichen Nachkommen dieser Kühe. Es sollten jeweils mehrere Stiere pro Generation eingesetzt werden: in kleinen Populationen sei die Verwendung von einem männlichen Tier auf zehn weibliche Tiere sinnvoll. Männliche Tiere sollten jedes Jahr neu aus der eigenen Nachzucht oder aus der Nachzucht von Partnerbetrieben ausgewählt werden (NAUTA et al., 2005b). Die Linienzucht mit Kuhfamilien eignet sich speziell für die Züchtung in kleinen Populationen (HAIGER, 2005). Deshalb ist es mit der Kuhfamilienzucht gut möglich, den Ansprüchen des ökologischen Landbaus, standortangepasste Linien und Rassen zu halten und den Natursprung einzusetzen sowie dem Ideal der biologisch-dynamischen Landwirtschaft, eine Betriebsindividualität mit nur wenigen Zukäufen von aussen und einer eigenen Charakteristik in allen Betriebsbereichen zu entwickeln, gerecht zu werden (BAARS,

2008). Zudem kann durch die verstärkte Zuchtarbeit über die weiblichen Linien der grösseren Bedeutung der mütterlichen Erbanlagen für die Vererbung der funktionalen Merkmale (aufgrund der zytoplasmatischen Vererbung über die mitochondriale DNA der Mutter¹²: ESSL, 1997, SCHNITZENLEHNER & ESSL, 1999) Rechnung getragen werden.

MAURER (2005) beschreibt in BAARS et al. (2005a) ihr praktisches Vorgehen in der Familienzucht mit der Rasse Angler Alter Zuchtrichtung. Mit der Familienzucht ist gemäss ihrer Aussage eine Intensivierung der Standortanpassung möglich: „Alles, was sich in einer Kuh über viele Jahre manifestiert..., lebt als „kollektive Erfahrung“ in den Nachkommen, sodass sich über viele Jahre eine Kuhherde bildet, die sich in ihrem Organismus eingestellt hat auf die Gegebenheiten des Hofes.“

Trotz dieser deutlichen Vorteile für den Biolandbau wird das Konzept der Linienzucht mit Kuhfamilien nur auf wenigen Biobetrieben umgesetzt (ENDENDIJK et al., 2001). Der Hauptgrund liegt vermutlich darin, dass es hohe Ansprüche an die Züchterinnen und Züchter stellt, denn ohne die Zuchtlinien über viele Generationen sehr gut zu kennen ist es nicht sinnvoll, mit Verwandtenpaarungen zu arbeiten.

1.2.4. Züchtung von alten Rassen

Für den Ökolandbau wird die Zucht von einheimischen Haustierrassen empfohlen (EU-Ökoverordnung: EWG 2092 / 91 Anhang 1B, 3.1), da diese meist robust und an die lokalen Bedingungen angepasst sind. Der ökologische Betrieb ist stärker als der konventionell wirtschaftende Betrieb auf standortangepasste und robuste Haustierrassen angewiesen, da er seinen Standort nicht mit Hilfsmitteln wie Futterzukaufen unbeschränkt modifizieren bzw. standardisieren kann und die Tiere auch ohne Therapien gesund bleiben sollen (PRYCE et al., 2004). Deshalb scheint der Rückgriff auf alte Rassen, die früher für weniger intensive Standorte gezüchtet worden waren, sinnvoll zu sein (WANKE & BIEDERMANN, 2005; RAHMANN, 2006)¹³. Ein zusätzlicher Aspekt der Zucht alter Rassen ist die Erhaltung wichtigen Kulturgutes (SAMBRAUS, 1997; HÖRNING, 2005). Einige dieser alten Rassen bilden heute schon eine gute Grundlage für die Erhöhung der Variabilität (Diversität) der Haustierarten und für die mittelfristige Entwicklung neuer, robuster Zuchtlinien und -rassen für den

¹² Nur die Eizellen verfügen über mitochondriale DNA, die nicht - wie die chromosomale DNA - bei der Reifeteilung halbiert wird; in den Samenzellen der Väter gibt es nur chromosomale DNA (KLUNKER et al., 2002; HAIGER, 2005).

¹³ RAHMANN (2006) fand in einem Vergleich von drei alten Schafrassen mit einer modernen Hochleistungsrasse bei gleichen extensiven Haltungsbedingungen jedoch eine bessere Wirtschaftlichkeit der modernen Rasse, wegen ihrer besseren Fleischleistung. Die gleiche Fragestellung soll in Zukunft auch für andere Haustierarten überprüft werden (ebd.).

ökologischen Landbau¹⁴. Einige alte Milchrinderrassen werden schon über eine lange Zeit (in der Schweiz seit ca. 1980) wieder intensiv züchterisch bearbeitet (GERBER, 2005). In der Schweiz sind dies vor allem die Rassen Simmentaler (Si) und Original Braunvieh (OB), die gut an die Bergregionen angepasst sind. In der Studie von WAGNER (2006), die Gesundheits- und Produktionsleistungsmerkmale von 4000 Braunviehkühen auf Biobetrieben in der Schweiz untersuchte, zeigte sich, dass die Rasse OB, wie auch Kreuzungen zwischen den Rassen Brown Swiss (BS) und OB - insbesondere im Berggebiet - in mehreren Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmerkmalen besser waren als die Rasse (BS). Bei den Produktionsleistungsmerkmalen lagen hingegen die mit OB gekreuzten Tiere etwas tiefer (die 100% OB-Kühe lagen aber wieder etwas höher).

Die Rasse Rhätisches Grauvieh wird seit einigen Jahren in der Schweiz und im Tirol und die Rasse Hinterwälder im Schwarzwald und in der Schweiz wieder züchterisch bearbeitet. Bis jetzt liegen aber keine Vergleichsstudien zu anderen Rassen vor. In Deutschland wird die Rasse Altes Deutsches Niederungsrind seit vielen Jahren erfolgreich züchterisch bearbeitet (siehe z.B. POPPINGA, 2007).

Alte Rassen sind jedoch nicht per se gut für den Ökolandbau. Auch sie müssen zu den Standorten passen (für extensive Standorte gezüchtete Tiere können z.B. an zu intensiven Standorten gesundheitliche Probleme bekommen; vergl. WANKE & BIEDERMANN, 2005). Für die Beurteilung alter Rassen muss (wie auch bei den modernen Rassen) ihre Eignung für bestimmte Betriebstypen berücksichtigt werden. Viele alte Rassen sind in den letzten Jahrzehnten nicht mehr züchterisch bearbeitet worden (z.B. das Kärntner Blondvieh als Milchkuh): bei diesen braucht es eine mehrjährige Zuchtarbeit, um die gesteckten Zuchtziele zu erreichen. Bei manchen alten Rassen ist die Population sehr klein (z.B. Bayrisches Original Braunvieh, Kärntner Blondvieh, Angler Alter Zuchtrichtung); daher ist die Selektionsintensität gering und es kann zu Inzuchtdepressionen kommen (PRYCE et al., 2004).

Bis heute werden in den meisten europäischen Ländern nur auf wenigen Biobetrieben alte Milchrinderrassen gezüchtet (HÖRNING, 2005). In der Schweiz werden die Rassen OB und Si relativ häufig auf Biobetrieben eingesetzt. In einer Studie im Schweizer Berggebiet hielten

¹⁴BRANDT et al., 2009 haben allerdings in ihrer Vergleichsstudie mit alten und modernen Schweinerassen unter ökologischen Haltungsbedingungen gezeigt, dass die alten Rassen den modernen in den untersuchten Leistungsparametern nicht überlegen waren. Einzig beim Muskelfleischanteil waren einzelne alte Rassen überlegen. Sie schliessen daraus, dass es für die ökologische Schweinemast keine eigenständigen Zuchtprogramme mit alten Rassen brauche, solange die Vermarktungs- und Kostenstrukturen sich nicht stärker von den konventionellen unterscheiden und spezielle Qualitätsmerkmale nicht besser hervorgehoben werden können

immerhin 10% der beteiligten Bio-Milchviehzuchtbetriebe die Rasse OB in Reinzucht. Und 10% der beteiligten (Braunvieh-)Tiere gehörten der Rasse OB an. (SPENGLER NEFF et al., 2010b). Dies sind mehr als beim Durchschnitt der Schweizer Braunviehzuchtbetriebe: das Original Braunvieh macht nämlich nur ca. 4% des gesamten Bestandes der gemolkene Braunviehkühe in der Schweiz aus (SBZV, 2009).

1.3. Weitere komplementäre Aspekte zur konventionellen Tierzucht als „neue Ansätze“ für die ökologische Milchrinderzucht

Die in diesem Kapitel vorgeschlagenen „neuen Ansätze“ sind nicht fertige Konzepte, sondern Aspekte, die z.B. unter dem Konzept der Familienzucht zusätzlich beachtet werden könnten oder Ideen, die als Hintergrund für die Zuchtarbeit dienen könnten.

1.3.1. Wer ist der Erzeuger? – eine komplementäre Ansicht zur Genetik

Üblicherweise unterscheidet man in der Vererbungslehre zwischen dem Phänotyp, der Erscheinung des Organismus (*Phänomen* = griechisch Erscheinung) und dem Genotyp (*genere* = lateinisch erzeugen), den theoretisch hergeleiteten¹⁵ (geschätzten) Erbanlagen des Organismus. Man geht theoretisch und praktisch davon aus, dass die Erbanlagen erzeugenden Charakter haben. Diese Voraussetzung stellt HOLDREGE (1996) in Frage, weil die Erbanlagen ohne einen Organismus nie entstehen könnten, also selbst von diesem (vom Phänotyp) erzeugt werden. Sind nur Nukleotidsequenzen eines Organismus bekannt, so ist dennoch noch nichts Konkretes über die Eigenschaften dieses Organismus bekannt. Nur der lebende Organismus zeigt seine Eigenschaften und nur über seine Beobachtung lassen sich die Zusammenhänge zwischen den Nukleotidsequenzen und den Eigenschaften finden (HOLDREGE, 1996). Auch dann ist noch nicht sicher, ob diese Zusammenhänge permanent sind und ob sie in jedem Organismus der gleichen Art so auftreten (FOX KELLER, 1983; FISCHER, 1991). RIST (2001) betont, dass die Nukleotidsequenzen (oder die Gene) zwar eine wichtige Bedingung dafür darstellen, dass wieder ein nächster Organismus der gleichen Art mit Eigenschaften, die jenen der Vorfahren ähnlich sind, entsteht. Sie sind Träger der Erbinformation, aber sie sind nicht die Information selbst (RIST, 2001). Die Tier- oder Pflanzenart hingegen, die das Gesetzmässige einer Art mit all seinen Möglichkeiten beinhaltet, hat einen erzeugenden Charakter¹⁶ (und wäre demnach ein wirklicher **Genotyp** oder die Information selbst). Sie ist dem Prinzipiellen, das alle Einzelorganismen der gleichen Art gemeinsam haben, gleich zu setzen. Man kann sie deshalb als diesen übergeordnet einstufen (RIST, 2001). RIST (2001)

¹⁵Theoretisch hergeleitet werden sie z.B. bei der herkömmlichen Zuchtwertschätzung aus dem Phänotyp des Tieres sowie aus den Phänotypen seiner Vorfahren, Nachkommen und weiterer Verwandter mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsrechnungen.

¹⁶Dies gilt für alle heute existierenden Organismenarten. Bei ausgestorbenen Arten besteht nur noch die Information, ohne erzeugenden Charakter.

bezieht sich in seiner Arbeit auf STEINER (1883 – 1897) und auf GOETHE (1796), der dieses Prinzipielle aller Arten mit „Typus“ bezeichnete. Damit ist das Prinzipielle der Organismen gemeint.

Information ist immer geistiger Natur. Jede Gesetzmässigkeit, die es gibt – auch diejenige der Wesensart der Tiere – hat ein riesiges Potential an Möglichkeiten zur Verwirklichung. Beim Rind (*Bos taurus*) gibt es z.B. unzählige Formen: vom Zebu bis zum Banteng oder Hausrinder von den Rassen Dexter bis Holstein Friesian. Eingeschränkt werden diese vielen Möglichkeiten bei der Entwicklung des individuellen Tieres einerseits durch die Vererbung (von Fleckvieh-Elterntieren entstehen immer Fleckviehkälber) und andererseits durch die Umwelt (das Fleckviehkalb entwickelt sich nicht in jeder Umwelt gleich). Sowohl die Vererbung, wie auch die Umwelt sind Bedingungen der Artentfaltung, die die vielen Möglichkeiten der Wesensart einschränken (RIST, 2001; siehe Abbildung 1).

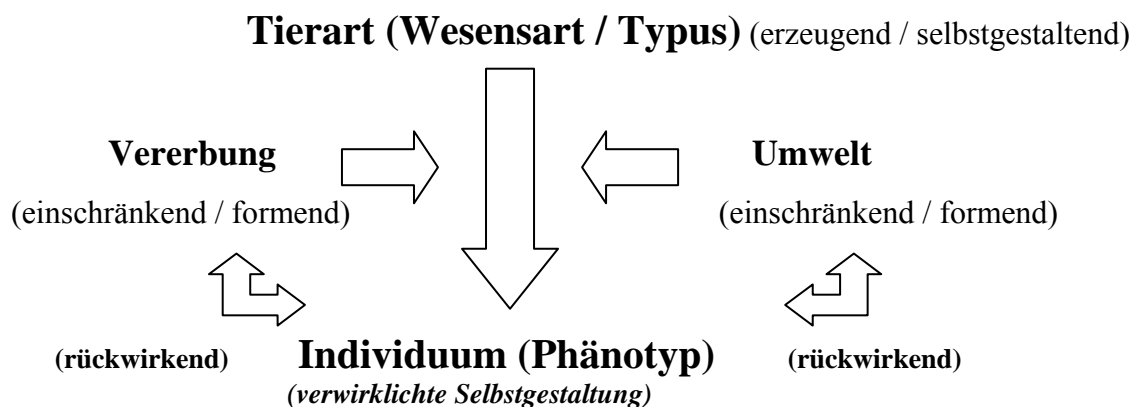


Abb.1: Die drei Aspekte, die zum individuellen Phänotyp führen

Ohne diese Einschränkungen des Allgemeinen gäbe es kein einzelnes Individuum, denn dieses ist immer speziell und einmalig und doch arttypisch, weil die Wesensart immer zu ihm gehört. Das Individuum kann auch selbst aktiv Einfluss nehmen auf seine Umwelt und auf seine Möglichkeiten der Vererbung (siehe Kapitel 1.3.3. und 1.3.4.); dies tut es immer auf eine individuelle und doch arttypische Weise. Wenn es möglich ist, dem Wesen (oder der Gesetzmässigkeit) der Tierart eine eigene Existenz zuzugestehen, sie als übergeordnet, in jedem Einzeltier aktiv gestaltend zu verstehen, kann man damit in der Tierzucht arbeiten, indem man innerhalb der Gesetze dieser Tierart züchtet, ohne ihr fremde Ideen aufzuzwingen. Konkret bedeutet das beim Rind, es in seinen wesenstypischen Eigenschaften züchterisch zu fördern.

1.3.2. Die wesentypischen Eigenschaften des Rindes und ihre Berücksichtigung in der Tierzucht

„Die Haustierarten in ihrem Wesen zu erforschen bedeutet, den Standort einer Tierart innerhalb des Tierreiches zu erkennen und herauszuarbeiten. Dazu muss das Besondere, Einmalige, Ausdifferenzierte einer jeweiligen Tierart bestimmt werden“ (SPRANGER, 2007). Dazu ist, in Anlehnung an SCHAD (1971) und PORTMANN (1983), nach ihren besonders differenzierten, spezialisierten Organen zu suchen, die ihre Gestalt, ihre Lebensweise und auch ihr Befinden prägen. Diese Differenzierungen sind am besten durch einen Vergleich ihrer Organe mit den gleichen Organen bei anderen Wirbeltierarten und beim Menschen zu finden (SCHAD, 1971; PORTMANN, 1983; SPRANGER, 2007). Beim Rind sind die stark differenzierten Organe einerseits die Extremitäten (die zweistrahlig spezialisierte Gliedmasse, die aus der embryonal angelegten, noch unspezialisierten fünfstrahligen entsteht) und andererseits die hoch spezialisierten Verdauungs- und Stoffwechselorgane, welche der Familie des Rindes, den Wiederkäuern (*Ruminantia*), den Namen gaben (SCHAD, 1971). Die Extremitäten werden beim Rind im Wesentlichen in den Dienst der Verdauungs- und Stoffwechselorganisation gestellt: das Rind geht meistens, um zu fressen (RIST, 1989). Nur Wiederkäuer besitzen drei äusserst differenzierte Vormägen, in denen im Zusammenhang mit dem Wiederkäuen bereits ein grosser Teil der Verdauungsleistung vollzogen wird, bevor der Futterbrei in den Drüsenmagen (oder Labmagen = *Abomasum*) gelangt, der bei den anderen Säugetieren (den Nicht-Wiederkäuern) am Anfang des Verdauungsprozesses steht. Auch die relative Darmlänge ist beim Wiederkäuer besonders gross. Der Dickdarm zeigt eine hohe Differenzierung durch das spiralig angeordnete *Colon ascendens* (Grimmdarm; LOEFFLER, 2002; SPRANGER, 2007). Innerhalb der Familie der Wiederkäuer zeigen die Rinder aufgrund der Histologie und der Physiologie ihrer Vormägen die stärkste Spezialisierung der Verdauungsorganisation für die Verwertung von rohfaserreichem Gras und Raufutter (HOFMANN & SCHNORR, 1982). Das Rind ist der typische Vertreter der Gras fressenden Wiederkäuer und zudem der evolutiv am weitesten und spätesten entwickelte Wiederkäuer (HOFMANN, 1991; SCHAD, 1971; WERR, 1953). Genau diese weitgehende Differenzierung bedeutet auch Perfektionierung der Verdauungsfähigkeit in diesem eng begrenzten Bereich. Das Rind verbringt mindestens zwei Drittel des Tages mit Fressen und Wiederkäuen (ROSENBERGER et al., 1990). KRANICH (2004) zeigt, wie der ganze Bau des Tieres auf die Verdauung ausgerichtet sei. Seelisch sei das Rind zu grosser Ruhe, Gelassenheit und Ausdauer fähig: wenn das Rind wiederkäue, wende es seine Aufmerksamkeit in sein Inneres; es sei nicht leicht aus der Ruhe zu bringen. Auch SPRANGER (2007) schreibt: „Das Rind ist allgemein ein Tier der Ruhe...“. Im Verdauungs- und Stoffwechselbereich liegt auch das

Zentrum der Befindlichkeit des Rindes: Der grösste Teil der Rinderkrankheiten ist auf Verdauungs- und Stoffwechselprobleme zurückzuführen (LOTTHAMMER, 1992).

Für die Zusammenarbeit mit dem Tierwesen in der Zucht bedeutet dies, dass Tiere zu selektieren sind, die in diesen Bereichen besonders stark sind: z.B. in der Raufutteraufnahme und -verwertung, im stabilen Stoffwechsel, im ruhigen Charakter und in weiteren, noch zu erforschenden wesenstypischen Merkmalen. Es bedeutet auch, der Tierart fremde Eigenschaften bewusst nicht züchterisch zu erzwingen, wie beispielsweise Milchleistungen, die so hoch sind, dass sie mit wiederkäuergerechten Futterrationen nicht zu erbringen sind¹⁷. Ein solches Selektionskonzept orientiert sich primär am Tier und erst sekundär an ökonomischen oder gesellschaftlichen Gegebenheiten. Die Zusammenarbeit mit dem Tierwesen bedeutet auch, seine Umwelt so zu gestalten, wie sie ihm entspricht: nämlich beim Rind möglichst viel Weidegang in der Vegetationsperiode und eine Haltung in artgerecht gestalteten Laufställen, Verzicht auf (hohe Mengen von) Kraftfutter und Laubheu als Ergänzungsfutter¹⁸.

1.3.3. Aspekte zur Tierzucht im „Landwirtschaftlichen Kurs“ von R. Steiner und weiterführende Untersuchungen

Im „Landwirtschaftlichen Kurs“ ging STEINER (1924) (S. 200 und S. 207) davon aus, dass die Umweltbedingungen entscheidend seien für die Eigenschaften, die ein Tier entwickeln und an seine Nachkommen weitervererben kann¹⁹. Er erwähnte als positives Beispiel die Kleefütterung, die zu einer guten Milchleistung der Kühe, aber vor allem ihrer Nachkommen führe. Als negatives Beispiel zeigte er auf, dass Tiere, die man immer an einem dunklen Futtertrog stehen lasse und die man nicht selber dem Futter auf der Weide nachgehen lasse, mit der Zeit abstumpfen würden. Bei diesen Tieren selber würde man aber noch nicht viel merken, aber ihren Nachkommen würde man anmerken, dass sie keinen Bezug zu „kosmischen Kräften“ mehr hätten. Bei einem daraus abzuleitenden Züchtungskonzept

¹⁷Die Grenze einer artgerechten Milchleistung hängt eng mit der Grundfutterqualität zusammen. Bei sehr gutem, gehaltreichem Raufutter und optimaler Tierhaltung können Jahresleistungen von 10 - 12 kg Milch pro kg Körpergewicht mit einer wiederkäuergerechten Fütterung gut erreicht werden.

¹⁸Einen Schlüssel zur Beurteilung artgerechter Fütterung bietet auch die Beobachtung der Milchfettqualität: die höchste Qualität bezüglich Fettsäuremuster erreicht man durch kräuterreiche Weiden mit vielen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und durch den Verzicht auf stärkereiche Kraftfutter und auf Silomais (LEIBER et al., 2005).

¹⁹Die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften erwähnte Steiner auch an mehreren Stellen in früheren Werken (STEINER, 1900; STEINER, 1914). In Anlehnung an Darwin nannte STEINER (1914) die „Wandlung und die Vererbung“ zwei in der Entwicklung der Lebewesen treibende Prinzipien: „An einer Fülle von Tatsachen zeigte Darwin, wie die Organismen ... im Verlaufe ihrer Fortentwicklung einmal angenommene Eigenschaften vererben, wie neue Organe entstehen und sich durch Gebrauch oder Nichtgebrauch wandeln, wie sich also die Geschöpfe an ihre Daseinsbedingungen anpassen; und endlich wie der Kampf ums Dasein eine natürliche Zuchtwahl trifft, wodurch mannigfaltige, immer vollkommeneren Formen entstehen“ (Steiner, 1914). Steiner bezieht sich dabei auf das 1. Kapitel in Darwins Werk „On the Origin of Species“ (DARWIN, 1859).

müsste die adäquate Gestaltung der Umweltbedingungen für die Tiere auch für die Züchtung im Vordergrund stehen. Und mit der aktiven Anpassung der Tiere an diese Bedingungen und der Vererbung der so erworbenen Eigenschaften müsste gerechnet werden. Dieses Zuchtkonzept wird in einzelnen biodynamischen Rinderzuchtkreisen „Bedingungs-zucht“ genannt (SPENGLER NEFF, 1997). Es wird von einigen biologisch-dynamischen Landwirten in der Schweiz seit etwa 20 Jahren praktiziert (BAARS et al., 2005b).

Bis vor ca. 90 Jahren war eine ähnliche Theorie in der Tierzucht - vor allem in Skandinavien - noch weit verbreitet. Der dänische Tierzuchtprofessor Prosch schrieb: „Es sind die äusseren Naturverhältnisse, nach denen die Tiere sich entwickeln und die im Laufe der Zeit durch die aufeinanderfolgenden Glieder genügend ausgeprägte Änderungen oder Rassen hervorbringen“ (PROSCH, 1880). Prosch rechnete (wie Steiner) nicht nur mit dem zufälligen Auftreten von neuen Eigenschaften, die dann selektiert werden, sondern auch mit ihrer aktiven Entwicklung durch die Tiere und mit ihrer Vererbbarkeit. Seit ca. 70 Jahren ist dieser Aspekt aus der Züchtungstheorie ganz verschwunden, weil die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften aufgrund der Arbeiten von LURIA & DELBRÜCK (1943) verworfen wurde und weil mit den gängigen Modellen der Genetik bis heute noch keine schlüssige Erklärung dafür gefunden werden konnte (WIRZ, 1996). Für eine solche Erklärung müsste mit der Eigenaktivität der Organismen (und mit einer nicht ausschliesslichen Bestimmtheit der Eigenschaften der Organismen durch ihre Gene) gerechnet werden. Mehrere neuere Forschungsarbeiten zeigen, dass diese Möglichkeit durchaus besteht: Tiere können z.B. durch Änderungen in ihrem Verhalten aktiv neue Variationen ausbilden, welche zunächst nicht genetisch fixiert sind, mit der Zeit aber fixiert werden können (siehe dazu die Arbeiten von WEITERE et al. (2004) über die Entwicklung einer neuen Feuersalamanderart in Deutschland durch eine Verhaltensänderung der Tiere und die Arbeit von BERLUENGA et al. (2006) über die durch Verhaltensänderungen ermöglichte Entwicklung verschiedener Buntbarscharten aus einer ursprünglichen Art in einem Kratersee in Nicaragua).

In Anbetracht neuerer Forschungsergebnisse zur Epigenetik, z.B. in der Arbeit von MOLINIER et al. (2006), die eine stressinduzierte Erhöhung der homologen Rekombinationsrate bei einzelnen Genen (ein epigenetisches Merkmal) von Arabidopsispflanzen feststellten, welche auch in der vierten, nicht gestressten Folgegeneration noch zu finden waren, und in der Arbeit von LINDQVIST et al. (2007), die die Elterngenerationen von zwei Hühnerlinien durch unregelmässige hell-dunkel-Rhythmen stressten und feststellten, dass die dadurch bewirkten Veränderungen im Verhalten und in der Genexpression der Tiere auch bei der nicht

gestressten Folgegeneration auftraten, kann mit der Möglichkeit einer Vererbung der in einer bestimmten Umwelt entwickelten, erworbenen Eigenschaften auch bei Nutztieren gerechnet werden.

Die Möglichkeit der aktiven Auseinandersetzung der Tiere mit ihrer Umwelt und der entsprechenden Anpassungen an diese Umwelt müssten in neue Zuchtkonzepte - vor allem in solche für nicht-standardisierte, unterschiedliche Umweltbedingungen - einbezogen werden. Dies setzt eine sehr genaue Beobachtung der Tiere voraus. Die dafür zu beobachtenden Eigenschaften der Tiere sind z.B. die Fressaktivität oder das Aufsuchen von für sie guten Futterplätzen und guten Futterpflanzen, wie Provenza in vielen seiner Arbeiten zeigen konnte (z.B. PROVENZA, 1996, PROVENZA et al., 2003) oder das Erlernen spezieller Fresseigenschaften, wie sie KRÄTLI (2008) beschreibt. Auch die Möglichkeit der Vererbung solcher Eigenschaften oder ihrer Weitergabe durch Nachahmen und Lernen (siehe dazu KRÄTLI, 2008 und JABLONKA & LAMB, 2005) ist in Betracht zu ziehen.

1.3.4. Förderung von Innovation und „Kreativität“ der Tiere durch Haltung und Züchtung

Die Eigenaktivität der Tiere kann wahrscheinlich durch die Schaffung von Umweltbedingungen, die ihre Offenheit und Innovationsbereitschaft fördern, gesteigert werden. Solche Bedingungen bestehen z.B. in einer anregenden Jugendzeit und in einer dann verstärkten Betreuung, denn in ihrer Jugend sind die Tiere vor allem offen für Neues (siehe dazu KIPP, 1980 und PROVENZA et al., 2003). Die besondere Betreuung bezieht sich vor allem auf den Schutz vor Konkurrenzkämpfen (KRÄTLI, 2008), vor zu früher Mutterschaft, auf die Gestaltung einer anregenden Umwelt und auf regelmässigen positiven Kontakt zwischen Mensch und Tier. Das bedeutet, den Tieren alle von ihnen benötigten Ressourcen in genügender Menge, Grösse und Anordnung zur Verfügung zu stellen, sodass sie nicht darum rangeln müssen. Vermutlich liegen die Möglichkeiten der grössten „Kreativität“ beim Rind in der Futterwahl; deshalb sollte es auf Futterflächen weiden können, die in der Zusammensetzung vielseitig sind (siehe auch MANTECA et al., 2008). Entsprechende Untersuchungen über das Futterwahlverhalten von Kühen auf Alpweiden haben gezeigt, dass die Tiere ganz individuelle Vorlieben haben, die nicht nur leistungsabhängig sind, und dass sie ein Gemisch unterschiedlicher Futterpflanzen einem Reinbestand vorziehen (SULZER, 1989)²⁰.

²⁰Siehe dazu auch die aufschlussreichen Ausführungen von PROVENZA & BALPH (1987) und von PROVENZA et al. (2003) über die individuelle Nutzung der Futtervariabilität durch Wiederkäuer sowie die Arbeit von KRÄTLI (2008), der die Entwicklung eines speziellen Futteraufnahmeverhaltens durch die Bororo-Zebus in Niger beschreibt, welches sie vorwiegend in den Trockenzeiten durchführen, um beim Fressen nicht zu viel Sand aufzuwirbeln.

Die „Kreativität“ der Tiere kann zwei Entwicklungsrichtungen ermöglichen: einerseits Neuentwicklungen von Arten oder Unterarten (wie WEITERE et al., 2004 und BERLUENGA et al., 2006 sie beschreiben, die aber eher selten vorkommen) und andererseits die Entwicklung der Kompetenz des Einzeltieres, situationsbezogen und souverän mit seiner gegenwärtigen Umwelt umzugehen. Dazu gehören z.B. die Fähigkeit der Kuh, ihre Milchleistung flexibel an das Futterangebot anzupassen oder die flexible Nutzung der Futterpflanzenvariabilität, wie sie PROVENZA et al. (2003) beschreiben. Es ist sinnvoll, solche Eigenschaften und Fähigkeiten der Tiere zu beobachten und sie in die Zuchtzielformulierungen auf Betriebsebene einzubeziehen, um die „Umweltkompetenz“ und damit die Gesundheit der Tiere zu fördern. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn die nächsten Generationen ähnliche (oder auch ähnlich instabile) Umweltbedingungen vorfinden werden, wie ihre Vorfahren.

1.3.5. Die Beschränktheit der Spezialisierungsmöglichkeiten berücksichtigen

Schon GOETHE (1796) und DARWIN (1859) zeigten anhand mehrerer Beispiele, dass mit der besonderen Ausgestaltung einzelner Organe im Tier immer die „Vernachlässigung“ und weniger starke Ausgestaltung anderer Organe einhergeht. GOETHE (1796) nannte als Grund dafür, dass die Organismen nicht über unbeschränkte „Bildungskräfte“ verfügen würden. Das bedeutet für die Tierzucht, dass eine Variierung und Spezialisierung der Tiergestalt oder der Tierphysiologie in eine bestimmte Richtung einen Verlust an „Bildungskraft“ oder Ausprägungsmöglichkeit in einer anderen Richtung nach sich ziehen müsste. Solche Phänomene sind gut bekannt, wie z.B. BEILHARZ et al. (1993) und RAUW et al. (1998) in ihren Arbeiten über die „Ressourcen“ der Kühe („resource allocation theory“) zeigen konnten. So stehen z.B. bei Kühen, die stark auf Produktionsleistungen gezüchtet werden, nur wenige „Ressourcen“ zur Verfügung für andere Leistungen, insbesondere für Krankheitsabwehr und Fruchtbarkeit (RAUW et al., 1998; siehe dazu auch PRYCE et al., 2004; HAIGER, 2005; KNAUS, 2009 und CONINGTON et al., 2010). Dies bedeutet, dass die Beschränktheit der Kräfte (oder Ressourcen) der Tiere in der Zucht bewusst berücksichtigt werden muss. Will man demnach eine besonders starke Ausgestaltung in einer bestimmten Richtung durch die Zucht erreichen (z.B. eine hohe Milchleistung), so wird man durch die Gestaltung der Umweltbedingungen darauf achten müssen, dass diese Tiere nicht auch noch in mehreren anderen Lebensbereichen starke Leistungen erbringen müssen (z.B. kurze Zwischenkalbezeiten oder Zurechtkommen mit Futterschwankungen oder mit Hitzestress, etc.). Andernfalls werden sie leicht krank und können ihre Leistungen nicht lange erbringen. Dies steht im Widerspruch zu einer nachhaltigen, ökologischen Tierhaltung.

Dass die Haltung und Züchtung von an den Standort und an den Betrieb angepassten Milchkühen mit einer guten Tiergesundheit in Zusammenhang steht, konnte kürzlich in einer Studie mit 99 Bio-Milchwirtschaftsbetrieben im Schweizer Berggebiet gezeigt werden (SPENGLER NEFF et al., 2010a).

1.4. Beurteilung der beschriebenen Rinderzucht-konzepte vom Gesichtspunkt des ökologischen Landbaus

Die in den Kapiteln 1.2. und 1.3. beschriebenen Tierzucht-konzepte und -aspekte können bezüglich ihres Potentials für adäquate Innovationen in der ökologischen Tierzucht beurteilt werden: einerseits aufgrund der existierenden Ökolandbau-Richtlinien zur Tierzucht und andererseits aufgrund der Ansprüche des Ökolandbaus an die „Natürlichkeit“ seiner Arbeitsweise. Für die Beurteilung dieses letzteren Aspekts eignet sich die Methode, die VERHOOG et al. (2003) entwickelt haben: Es gibt gemäss den Autorinnen und Autoren drei Ansätze, wie Natürlichkeit im ökologischen Landbau untersucht und beschrieben werden kann, welche sich oft auch in den Phasen der Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft auf vielen Betrieben zeigen. Diese drei Ansätze sind auf den verschiedenen Betrieben und oft auch in den verschiedenen Betriebszweigen unterschiedlich stark entwickelt, die Verwirklichung aller drei Aspekte von „Natürlichkeit“ ist in der ökologischen Landwirtschaft aber in allen Bereichen anzustreben (VERHOOG et al., 2003; vergl. auch BAARS, 2002).

Beim ersten Ansatz, dem „*no chemicals approach*“ („*chemiefrei-Ansatz*“), wird unter „Natürlichkeit“ nichts anderes verstanden als der Verzicht auf chemisch-synthetische Substanzen, die aber meistens durch andere, „natürlichere“ Substanzen für gleiche Zwecke (z.B. das Abwehren von Schädlingen oder Krankheiten) ersetzt werden. Bei diesem Ansatz geht es - wie in der konventionellen Landwirtschaft - um die Analyse und die richtige Kombination von Substanzen und einzelner Komponenten und um die Symptombekämpfung mit „natürlichen“ Mitteln bei Krankheiten. Dieser Ansatz wird in allen Ökolandbau-Richtlinien²¹ zur Tierhaltung und -züchtung verfolgt, indem sie verlangen, dass komplementäre veterinärmedizinische Therapien den allopathischen vorgezogen werden, indem sie den Natursprung der künstlichen Besamung vorziehen und die Anwendung des Embryotransfers und die Haltung von Tieren aus Embryotransfer verbieten.

Beim zweiten Ansatz, dem „*agroecological approach*“ („*agroökologischer Ansatz*“), geht es zusätzlich zum ersten um die Berücksichtigung natürlicher Lebensprozesse und ökologischer

²¹EU-Ökoverordnung Nr. 1804 / 1999; Schweizerische Bio-Verordnung: SR 910.18 vom 22. September 1997 sowie private Biolabels der EU und der Schweiz

Kreisläufe und um das Respektieren und Stärken der selbstregulierenden Fähigkeit lebender Systeme, sodass der Einsatz von Hilfsmitteln (auch von „natürlichen“) zu ihrer Gesunderhaltung minimiert werden kann oder überflüssig wird (z.B. durch das Anpflanzen von Mischkulturen von Pflanzenarten und -sorten, die sich gegenseitig fördern oder das Anziehen von Nützlingen, anstelle der Vernichtung von Schädlingen). In diesem Sinne werden immer systemorientierte und nicht symptomorientierte Lösungen gesucht. Auch dieser Ansatz ist in den Ökolandbau-Richtlinien zur Tierhaltung und -züchtung vertreten²¹: Sie verlangen alle die züchterische Förderung der Tiergesundheit und die Förderung „angepasster Rassen und Linien“ und setzen die Krankheitsprävention (durch Züchtung) an die oberste Stelle des Tiergesundheitsmanagements.

Beim dritten Ansatz, dem „*integrity approach*“ („*Integritäts-Ansatz*“), wird zusätzlich zu den beiden ersten Ansätzen unter „Natürlichkeit“ die Berücksichtigung der ganz eigenen Charakteristik jedes Lebewesens verstanden, die es zu suchen, zu verstehen und im Umgang mit ihm zu respektieren gilt. Dieses Verstehen ist Ergebnis eines persönlichen Verhältnisses des Menschen zu den anderen Lebewesen: die Identität und die Integrität dieser Lebewesen zeigen sich dadurch. Der Blick richtet sich nicht mehr in erster Linie auf den Nutzen von Lebewesen oder Systemen, sondern auf den Eigenwert oder den aus sich heraus bestehenden Wert der Lebewesen und Lebensgemeinschaften (VERHOOG et al., 2003). Dieser Ansatz hängt zusammen mit einem „ganzheitlichen Tierverständnis“, wie es im Laufe der letzten 120 Jahre von mehreren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (wie z.B. STEINER, 1883 - 1897; UEXKÜLL, 1928; DRIESCH, 1940; PORTMANN, 1956; AVITAL & JABLONKA, 2000; WEMELSFELDER, 2001; JABLONKA & LAMB, 2005) entwickelt wurde. In den Ökolandbau-Richtlinien²¹ ist dieser Ansatz nicht vertreten. Diese philosophische, die persönliche Beteiligung des Einzelnen einbeziehende Dimension gehört aber ursprünglich und eminent zum biologischen Landbau dazu (AEBERHARD & RIST, 2009; siehe auch die Einleitung zu dieser Arbeit). Wenn auch nicht in den Richtlinien, so ist diese Art des Bezugs zum Tier und zum ganzen System der Tierzucht in mehreren der besprochenen Konzepte und Aspekte zur ökologischen Milchrinderzucht zu finden: Sowohl bei der Leistungsleistungszucht wie auch bei der Kuhfamilienzucht geht es um die Förderung des ganzen Tieres und der ganzen Herde im Zusammenhang mit ihrer Umgebung (und nicht nur um einzelne Eigenschaften der Tiere). Diese Zuchtkonzepte sind nur praktikierbar, wenn die Züchterinnen und Züchter ihre Tiere sehr gut beobachten und kennen; die persönliche Beziehung ist unerlässlich. Diese ermöglicht auch die Beobachtung und Förderung der Tiere in ihrer eigenaktiven und positiven Auseinandersetzung mit der Umwelt.

Der Bezug dieser drei Aspekte der Natürlichkeit zu den verschiedenen Konzepten und Ideen für die ökologische Milchrinderzucht (aus den Kapiteln 1.2. und 1.3.) ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Zusätzlich wird dort der für ihre Umsetzung nötige Forschungs- und / oder Beratungsbedarf aufgeführt.

Tab. 2: Aspekte der Natürlichkeit im Biolandbau (nach VERHOOG et al., 2003), ihr Bezug zu den Konzepten und Ansätzen für eine ökologische Milchrinderzucht und der sich daraus ergebende Forschungs- und Beratungsbedarf

Aspekte der Natürlichkeit	Zusammenhang zu den Konzepten für eine ökologische Rindviehzucht	Forschungsfragen (F) Beratungsbedarf (B)
„No chemicals Approach“ („chemiefrei-Ansatz“)	<p>Verzicht auf Zuchttechniken, die mit unnatürlichen Substanzen arbeiten (ET, Sperma-sexing, in vitro Fertilisation, Ovum Pickup, Gentechnik), aber nicht auf KB, da dafür nur ein geringer Einsatz unnatürlicher Substanzen nötig ist.</p> <p>Starker Einbezug von Gesundheits- und Leistungsmerkmalen in die Zuchtzielformulierung (z.B. ökologischer Gesamtzuchtwert ÖZW; Empfehlungen der Genetik-Anbieter, wie das „Kleeblatt-Label“ für in funktionalen Merkmalen starke Stiere bei Swisogenetics)</p>	<p>F: Wie können die Ökozuchtwerte noch verbessert werden (Einbezug weiterer Merkmale, Gewichtung von Leistungsmerkmalen weiter verringern)?</p> <p>B: Stärkere Umsetzung der Informationen und gezielterer Einsatz von KB-Stieren mit guten Gesundheitsmerkmalen auf Ökobetrieben.</p> <p>Förderung der Nachfrage nach KB-Stieren mit guten Gesundheitsmerkmalen.</p>
„Agro-ecological Approach“ („agroökologischer Ansatz“)	<p>Standort- und betriebsgerechte Milchrinderzucht: Auswahl von Kuhtypen, die zum Betriebstyp passen (je nach Standort: Züchtung von alten Rassen)</p> <p>Tiergesundheit und Lebensleistung sind die wichtigsten Zuchtziele.</p> <p>Verzicht auf Reproduktionstechniken, inklusive künstliche Besamung; eigene oder partnerschaftliche Bullenhaltung.</p> <p>Linienzucht mit Kuhfamilien</p>	<p>F: Vergleich zwischen alten und neuen Rassen bezüglich Gesundheit und Lebensleistung.</p> <p>Welche Konzepte ermöglichen die gemeinsame Zuchtbullenhaltung von mehreren Betrieben?</p> <p>B: Einschätzung der eigenen Milchviehherde bezüglich Standortgerechtigkeit. Eignung von Kuhtypen für verschiedene Betriebstypen</p> <p>Auswahl von Zuchttieren (Stiere und Kühe) mit guten Gesundheitseigenschaften</p> <p>Kuhfamilienzucht umsetzen</p> <p>Zuchtbullenhaltung</p>
„Integrity Approach“ („Integritäts-Ansatz“)	<p>Wesensgerechte, standortgerechte Milchrinderzucht: Förderung der Tiergesundheit und Lebensleistung durch die Förderung ihrer wesentypischen Eigenschaften durch die Zucht und die Gestaltung der Umweltbedingungen und durch das persönliche Verhältnis zu den Tieren.</p> <p>Bedingungszucht: Förderung der wesentypischen Eigenschaften der Tiere über Generationen durch wesensgerechte Umweltbedingungen, gute Betreuung und eine anregende Jugendzeit der Tiere.</p> <p>Kuhfamilienzucht: Arbeit mit eigenen Zuchtbullen, Entwicklung von „Hofrassen“ oder „regionalen Schlägen“.</p> <p>Förderung der Entwicklungsmöglichkeiten und der „Kreativität“ der Tiere durch die Gestaltung von vielfältigen, anregenden Umweltbedingungen.</p>	<p>F: Welche wesentypischen Eigenschaften des Rindes sollen durch die Zucht (Anpaarung und Selektion) gefördert werden? Welche hängen mit guter Gesundheit und Lebensleistung zusammen?</p> <p>Welche Umweltbedingungen fördern die „Kreativität“ der Tiere und wie lässt sich das beobachten? Sind solche Eigenschaften erblich?</p> <p>Lässt sich eine Vererbung erworbener Eigenschaften beim Milchrind beobachten?</p> <p>Wie lässt sich ein „persönliches Verhältnis“ zu den Tieren beobachten und wie wirkt es sich auf die Tiere, die Leute und den Betrieb aus?</p> <p>B: Wie lässt sich ein persönliches Verhältnis zu den Tieren aufbauen?</p> <p>Erfahrungsaustausch unter Landwirtinnen und Landwirten fördern, die diesen Ansatz praktizieren.</p>

Es ist sinnvoll, die oben beschriebenen Forschungsfragen in Forschungsprojekten zur ökologischen Rinderzucht zu bearbeiten, um ihr ein deutlicheres eigenes Profil zu geben. Dieses Profil sollte in Zukunft mehr beinhalten als nur den Verzicht auf Embryotransfer und die Förderung von Gesundheitsmerkmalen (siehe NAUTA, 2009). Alle anderen hier aufgezeigten Ziele sind jedoch viel stärker abhängig von den einzelnen Züchterinnen und Züchtern als von Zuchtorganisationen und daher schwer durch „Programme“ zu organisieren. Deshalb ist es wichtig, auch die Beratung in den genannten Bereichen zu verstärken und so die Aktualität und Akzeptanz dieser Themen zu fördern (siehe dazu SPENGLER NEFF et al., 2010a).

1.4.1. Die Arbeitshypothese und das Ziel dieser Arbeit

Eine der in der Tabelle 2 genannten Forschungsfragen wurde in der vorliegenden Arbeit ausführlich bearbeitet: Die in der Einleitung formulierte Hypothese wurde überprüft, nämlich dass es wesentypische, individuell ausgeprägte Eigenschaften des Rindes gibt, die (phänotypisch) mit der Tiergesundheit in einem Zusammenhang stehen. Falls solche Eigenschaften gefunden werden und diese erblich sind, sollen die Ergebnisse dieser Arbeit zur Suche nach Hilfsmerkmalen für Gesundheit in der Milchviehzucht beitragen. Diese Suche ist ein weites und in den letzten zehn Jahren stark bearbeitetes Forschungsgebiet (siehe z.B.; GROEN & VAN DER WAAIJ, 1999; KALM, 1999; DISTL, 2001; BAPST & SPENGLER NEFF, 2002; FÜRST, 2008). Dabei wurden aber bis heute nur selten ethologische Merkmale berücksichtigt, die in der vorliegenden Arbeit im Vordergrund stehen. Unter wesentypischen Eigenschaften werden Merkmale verstanden, die mit der Verdauung und dem Stoffwechsel der Rinder in einem Zusammenhang stehen (siehe Kap. 1.3.2.). Es werden vorwiegend ethologische Merkmale zum Wiederkäuverhalten, zum Liegeverhalten und zum Temperament der Tiere, aber auch die Körperkondition und die Kotbeschaffenheit untersucht.

1.5. Bestehende Methoden zur Erforschung der in der vorliegenden Arbeit untersuchten ethologischen und physiologischen Eigenschaften des Rindes

Zu ethologischen Beobachtungen beim Rind gibt es zwar zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten, die jedoch meist nicht in einen direkten Zusammenhang mit der Tierzucht oder der Tiergesundheit gestellt werden (siehe Kap. 1.5.1), ausser beim Temperament (siehe Kap. 1.5.6.). Zur Körperkondition der Kühe gibt es bereits einige Arbeiten, die mit der Tierzucht in Zusammenhang stehen (siehe Kap. 1.5.4.). Zur Beobachtung der Kotbeschaffenheit der Kühe gibt es nur wenige Studien (siehe Kap. 1.5.3.). Die in diesen Arbeiten beschriebenen Hintergründe und Methoden wurden in die Suche nach Methoden für die vorliegende Arbeit mit einbezogen. Diese werden hier vorgestellt.

1.5.1. Das Wiederkäuen / die Wiederkäubeobachtung

Kühe verbringen ca. ein Drittel des Tages mit Wiederkäuen: LOEFFLER (2002) gibt eine Wiederkäuzeit von 4 - 9 Std. pro Tag an, KOLB et al. (1989) sprechen ebenfalls von bis zu 9 Std. In den Lehrbüchern werden grosse Spannen für alle Wiederkäuparameter beschrieben: Die mittlere Dauer einer Wiederkäuperiode beträgt 10 bis 60 Minuten (ROSENBERGER et al., 1990). Die Häufigkeit der Wiederkäuperioden pro Tag kann 4 bis 24 betragen (ROSENBERGER et al., 1990). 35 bis 70 Kieferschläge pro hoch gewürgten Bissen (ROSENBERGER et al., 1990; LOEFFLER, 1994), bzw. 45 bis 60 Sekunden Käuzeit pro Bissen (ROSENBERGER et al., 1990) gelten als normal. Diese grossen Spannweiten werden auf verschiedene Einflussgrössen zurückgeführt. KOLB et al. (1989) konstatieren, dass die Wiederkäuaktivität vom Futter, von der Art und Weise der Futterdarbietung (Zusammensetzung und physikalische Form der Ration), von der Umwelt und *vom Tier selber* bestimmt wird. Dieser Hinweis auf individuelle Unterschiede im Wiederkäuverhalten wurde jedoch bisher in kaum einer Untersuchung aufgegriffen. Die grosse Variation zwischen den Tieren wird zwar in vielen Studien erwähnt, aber vor allem als Störfaktor betrachtet (CAMPBELL et al., 1992; DE BOEVER et al., 1993b; DADO & ALLEN, 1994).

1.5.1.1. Methoden der Wiederkäubeobachtung

Vor allem ältere Arbeiten dienen dem besseren Verständnis der Physiologie und der Ethologie des Wiederkäuens: METZ (1975) hat ausführlich das Zeitmuster von Fressen und Wiederkäuen beschrieben, um damit die Anpassung des Fressverhaltens von Kühen an ihren Energie- und Nährstoffbedarf aufklären zu können. HARDISON et al., 1956 beobachteten das Verhalten weidender Kühe. Sie ermittelten die Wiederkäuzeit pro Tag und pro Wiederkäuperiode sowie die Anzahl Kieferschläge pro Minute. Sie diskutierten mögliche Beziehungen zwischen dem Wiederkäuverhalten und physiologischen und ethologischen Parametern (wie Grösse, Leistung, soziale Stellung in der Herde), um die deutliche interindividuelle Varianz erklären zu können, untersuchten diese aber nicht praktisch. Der Zusammenhang zwischen der Futteraufnahme und den Wiederkäuzeiten wird in verschiedenen Publikationen widersprüchlich diskutiert (z.B. METZ, 1975; DE BOEVER et al., 1990, VAN BRUCHEM et al., 1991). Auffallend ist, dass in vielen dieser Studien die Tierzahlen - bedingt durch die aufwändige Beobachtungsarbeit - sehr klein sind (z.B. bei HARDISON et al., 1956: 8 Tiere; bei JEON & MINORU, 1988: 3 Tiere; bei METZ, 1975 sowie VAN BRUCHEM et al., 1991: 7 Tiere).

Das Wiederkäuverhalten kann mit Hilfe verschiedener Parameter beschrieben werden. Zeitlich lässt sich die Wiederkäuaktivität in die Wiederkäuperiode, die Wiederkäuzeit (z.B. pro Tag) und den Wiederkäuzyklus einteilen, wovon sich weitere Parameter, insbesondere die Wiederkäuintensität, ableiten lassen. Die Parameter und Masseinheiten zur Charakterisierung des Wiederkäuverhaltens sind in der untenstehenden Tab. 3 definiert (nach KOLB et al., 1989; siehe auch SCHNEIDER, 2002).

Tab. 3: Charakterisierung und Definitionen des Wiederkäuverhaltens (nach KOLB et al., 1989)

Wiederkäuparameter	Definition	Maßeinheiten
Wiederkäuperiode	Zeitraum, der ohne Pause zum Wiederkäuen verwendet wird	Anzahl Perioden / Tag Minuten / Wiederkäuperiode
Wiederkäuzyklus	Zeitraum für Rejektion, Einspeichelung, Wiederkäuen und Abschlucken eines rejizierten Bissens	Anzahl Zyklen / Wiederkäuperiode Anzahl Zyklen / Tag Anzahl Zyklen / kg TS bzw. Rohfaser Sekunden / Zyklus
Bissenpausenzzeit	Zeitraum zwischen den Kaubewegungen zweier Wiederkäuzyklen innerhalb einer Wiederkäuperiode	Sekunden / Bissenpause
Wiederkäuzeit insgesamt in einem festgesetzten Zeitraum	Summe der Zeiträume aller Wiederkäuperioden (z.B. innerhalb von 24 Stunden)	z.B. Minuten / Tag
reine Wiederkäuzeit in einem festgesetzten Zeitraum	Wiederkäuzeit insgesamt minus Bissenpausenzzeit (z.B. innerhalb von 24 Stunden)	z.B. Minuten / Tag
Wiederkäuparameter	Definition	Maßeinheiten
Wiederkäuintensität	Intensität des Wiederkäuens, gemessen anhand der Kieferschläge	Anzahl Kieferschläge (= Wiederkäubewegungen) / Minute reine Wiederkäuzeit Anzahl Kieferschläge / Tag Anzahl Kieferschläge / Wiederkäuperiode Anzahl Kieferschläge / Bissen oder Wiederkäuzyklus

Die in der Literatur beschriebenen Methoden zur Ermittlung der Wiederkäuaktivität von Rindern zielen meistens darauf ab, Daten von mehreren Tieren einer Versuchsvariante zusammenfassen und vergleichen zu können. Die meisten Wiederkäuuntersuchungen haben zum Ziel, Futtermittel und Rationen im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der ruminalen Funktion bzw. der Wiederkäuintensität zu bewerten (z.B. WOODFORD & MURPHY, 1988; DE BOEVER et al., 1990; CAMPBELL et al., 1992; DE BOEVER et al., 1993a; DE BOEVER et al., 1993b; BROUK & BELYEA, 1993). Ein Vergleich von Einzeltieren wird in diesen Studien nicht

gemacht. Nur JEON & MINORU (1988) und GIRARD & LABONTE (1993) erklären, dass die von ihnen gefundene intraindividuelle Konstanz des Wiederkäuverhaltens (Wiederkäudauer und Kieferschläge pro Zeiteinheit) ein Grund für die interindividuellen Differenzen zwischen den Kühen in diesen Parametern sei. Für die verschiedenen Untersuchungen werden, je nach Erfordernissen, unterschiedliche Parameter ausgewählt. Die Wiederkäuzeit pro Tag als grundlegender Parameter ist in vielen Studien Gegenstand der Untersuchung. Geht es um die Beziehung zu Futtercharakteristika, werden insbesondere die Wiederkäuzeit pro Einheit TS (HARB & CAMPLING, 1985; DE BOEVER et al., 1993a) oder die Wiederkäuintensität in Abhängigkeit von der Rohfaseraufnahme (CAMPBELL et al., 1992) erhoben. Zur Beschreibung zeitlicher Muster und Abhängigkeiten des Wiederkäuens von anderen physiologischen Faktoren sind die Dauer und die Häufigkeit der Wiederkäuereperioden von Interesse (METZ, 1975), während im Zusammenhang mit der Kaueffektivität und der Zerkleinerung der Futterpartikel die Wiederkäubewegungen (Kieferschläge) pro Zeiteinheit oder pro Bissen im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen (CHAI et al., 1984). Die Geschwindigkeit des Wiederkäuens („chewing speed“) wird in einigen Studien über die Anzahl Kieferschläge pro 100 Sekunden ermittelt (JEON & MINORU, 1988; JEON & OTHA, 1989).

Um die zeit- und arbeitsaufwändigen visuellen Wiederkäubeobachtungen zu erleichtern, wurden Ende der 80er- und zu Beginn der 90er-Jahre so genannte „bitemeters“ zur automatischen Erfassung des Wiederkäuens entwickelt (siehe z.B. BEAUCHEMIN et al., 1989; MATSUI & OKUBO, 1991; MATSUI, 1994). Bei ihrer Anwendung wird den Tieren ein Fühler (der so genannte „Umwandler“), um das Flotzmaul gelegt. Dieser wandelt den Kieferschlag des Tieres in ein elektrisches Signal um. Die so gewonnenen elektrischen Signale werden durch einen Impulsgenerator in Impulssignale umgewandelt, welche digital gespeichert werden. Bei dieser automatischen Erfassung muss aber das Problem der Unterscheidung von Fress- und Wiederkäuverhalten mittels Diskriminanzanalyse (SCHLEISNER et al., 1999) oder über die gleichzeitige Messung des Troggewichtes (GIRARD & LABONTE, 1993) oder über das Kriterium bestimmter Kau-Pausen-Muster (MATSUI & OKUBO, 1990) gelöst werden.

1.5.2. Erfassung des Liegeverhaltens

Das Liege- und Stehverhalten von Kühen wird häufig beobachtet, um Haltungssysteme zu beurteilen (HÖRNING & TOST, 2002, MÜLLER, 2004). Deshalb werden in der Regel Herden oder Gruppen von Tieren und nur selten Einzeltiere in ihrem Liegeverhalten beobachtet. Es gibt verschiedene Abläufe der beiden Verhaltensweisen Abliegen und Liegen. Die Anzahl und die Dauer der Abliegevorgänge und die Liegedauer (pro Tag und pro Liegeperiode) sowie die Anzahl der Liegeperioden (pro Tag) sind diejenigen Parameter, die in den meisten

Publikationen zur Erfassung des Liegeverhaltens genannt und für den Kuhkomfort als relevant angesehen werden (WIERENGA, 1991; HALEY et al., 2000; SCHRADER, 2001a; HÖRNING & TOST, 2001 / 2002; BRINKMANN & WINCKLER, 2002; MÜLLER, 2004).

HÖRNING & TOST (2002) beobachteten 16 verschiedene Verhaltensparameter zum Abliegen, Liegen und Aufstehen in 36 Milchviehherden in Boxenlaufställen. Die Beobachtungen erfolgten direkt, zum Teil kontinuierlich, zum Teil mit der „scan sampling-Methode“ (siehe ALTMANN, 1974). Es wurde immer die ganze Herde gleichzeitig beobachtet und die einzelnen Verhaltensweisen wurden pro Herde und pro Zeiteinheit festgehalten. Individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren wurden nicht ermittelt, da es in dieser Arbeit um die Beurteilung von Aufstallungssystemen ging.

HARDISON et al. (1956) untersuchten die Liege- und Stehzeiten von acht weidenden Kühen, die sie visuell erfassten. Sie fanden, dass die Liegezeiten an verschiedenen Tagen sehr ähnlich waren und konnten keine signifikanten interindividuellen Unterschiede feststellen. SCHRADER (2001a) untersuchte die Verhaltenspersistenz von Milchkühen im Laufstall und fand, dass Kühe die Dauer ihrer Liegeperioden regelmässig und individuell konsistent (mit zeitlicher Stabilität) durchführten. BRINKMANN & WINCKLER (2002) beobachteten 62 individuell markierte Kühe in einem Laufstall mit Videokameras. Zeitbudgets für verschiedene Verhaltensweisen wurden während zweier Blöcke von drei Tagen mit der Methode „scan sampling“ (mit Intervallen von zehn Minuten) erfasst. Dazu gehörten auch Liege- und Stehperioden. BRINKMANN & WINCKLER (2002) untersuchten das Abliegeverhalten und die Liegezeiten sowie die Mastitisanfälligkeit jedes Tieres einer Herde, fanden aber keine signifikanten Beziehungen zwischen diesen Parametern. MÜLLER (2004) untersuchte das individuelle Verhalten von 12 Milchkühen mit Hilfe eines „Activity Monitoring Systems“ (AMS), einem „Accelerometer“, der an einem Hinterbein jedes Tieres befestigt wurde und so dessen Aktivität messen konnte. Das individuelle Liegeverhalten (Liegezeiten und Anzahl Abliegevorgänge) konnte mit diesem Gerät erfasst werden. Die interindividuellen Unterschiede waren in den gemessenen Parametern deutlich.

1.5.3. Beurteilung der Kotbeschaffenheit

Zur Kotbeurteilung beim Rind gibt es Merkblätter und Fachbücher mit Empfehlungen für Tierhalterinnen und Tierhalter, Tierärztinnen und Tierärzte (z.B. ROSENBERGER et al., 1990). In Forschungsprojekten werden Kotbeurteilungen vor allem in Zusammenhang mit der Beurteilung von Fütterungsstrategien durchgeführt (z.B. VAN BRUCHEM et al., 1999). Die

individuelle Kotbeschaffenheit der Tiere ist kaum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Folgende Kriterien werden von ROSENBERGER et al. (1990) für die Kotbeurteilung beim Rind (für Tierbetreuerinnen und -betreuer) angegeben:

- Konsistenz: fester Kot, mittelbreiiger Kot, dünnbreiiger Kot oder suppig-wässriger Kot, wobei der mittelbreiige Kot als der normale Kot angegeben wird.
- Geruch: normal, übel oder faulig.
- Zerkleinerungsgrad: Anteil an mässig zerkleinerten (0.5 - 1 cm langen) und an schlecht zerkleinerten (über 1 cm langen) Pflanzenresten in den Fäzes, wobei die gute Verdauung sich durch einen niedrigen Anteil von beiden und einen wesentlich höheren Zerkleinerungsgrad mit geringerer Partikelgrösse (< 0.5 cm lang) beim überwiegenden Anteil der Pflanzenreste im Kot auszeichnet.
- Beimengungen: Schleim (gelatinös bis pappig) und beim kranken Tier auch: Fibrin, Blut, Sand, Gasblasen, Fremdkörper.

1.5.4. Beurteilung der Körperkondition

Die Körperkonditionsbeurteilung gibt darüber Aufschluss, wie stark ein Tier physiologisch bedingt (Trächtigkeit / Laktation) oder fütterungsbedingt Körperfett abbaut oder ansetzt. Eine praktikable Methode, um die Dynamik der Körperfettreserven von Milchkühen visuell und tastend zu beurteilen, ist das „Body Condition Scoring“ (BCS). BCS-Werte sind einfach und schnell zu erheben (VEERKAMP, 2000). Am meisten verbreitet ist das von EDMONSON et al. (1989) entwickelte BCS-Beurteilungsverfahren, bei dem acht Positionen im Lenden- und Beckenbereich der Kuh bezüglich unter der Haut liegender Fettauflagen beurteilt werden. Diese acht Punkte werden mit Viertelschrittnoten von 1 bis 5 klassiert und in einer Gesamtnote zusammengefasst. FERGUSON et al. (1994) entwickelten ein ähnliches System, bei dem die Fettauflage mittels Entscheidungsbaum an fünf Körperstellen der Kuh beurteilt wird: mittels einer Viertel-Punkte-Skala werden Werte von < 2.0 (abgemagert) bis 5.0 (verfettet) vergeben (siehe auch IVEMEYER et al., 2006 und KLOCKE et al., 2007). Entscheidend ist die Dynamik des BCS während der Laktation: Die Gesamtnote sollte nicht zu stark schwanken und im Idealtbereich zwischen 2.75 und 3.5 liegen (MANSFELD et al., 2000; MEIER, 2001). Zu Beginn der Laktation sollte sie nicht unter 2.5 fallen, in der Trockenstehzeit nicht über 3.75 steigen und während der Laktation um höchstens einen Punkt schwanken (MANSFELD et al., 2000; MEIER, 2001). Den Tierhalterinnen und -haltern wird empfohlen, die Körperkondition ihrer Kühe mindestens viermal jährlich zu beurteilen: in der frühen Laktation, in der mittleren Laktation (90-180 Tage in Milch), in der späten Laktation und in der Trockenstehzeit

(MANSFELD et al., 2000). So lassen sich Fütterungsfehler und Probleme einzelner Tiere gut erkennen. Grössere Schwankungen treten vor allem zu Beginn der Laktation (Abmagerung durch Körperfettmobilisierung bei negativer Energiebilanz) und am Ende der Laktation bzw. in der Trockenstehphase (Vergrösserung der Fettauflage wegen geringer Produktionsleistung, bei positiver Energiebilanz) auf. Die negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation ist eine kritische Phase, die für die Kuh verschiedene Krankheiten und organische Störungen zur Folge haben kann (PRYCE & LØVENDAHL, 1999; BUTLER et al., 2000; COLLARD et al., 2000; VEERKAMP, 2000). In den meisten Arbeiten, die einen Zusammenhang zwischen der Gesundheit der Tiere und ihrer Körperkondition aufzeigen, wurde die Körperkondition ein- bis zweimal pro Tier und Jahr in den kritischen Phasen kurz vor dem Abkalben und / oder kurz nach dem Abkalben bewertet (HOLZFÖRSTER, 1995; HEUER et al., 1999; MARKUSFELD et al., 1997; BANOS et al., 2007; KLOCKE et al., 2007). WATHES et al. (2007) beurteilten den BCS einmal vor dem Abkalben und dreimal in den ersten Wochen nach dem Abkalben.

1.5.5. Erfassung und Beurteilung des Temperaments der Tiere

Das Temperament der Tiere gibt unter anderem Aufschluss über deren Erregbarkeit. Tiere mit einem ruhigen Temperament reagieren nicht vehement auf moderate äussere Reize, Tiere mit einem nervösen Temperament reagieren hingegen stärker und schneller und lassen sich leichter aus der Ruhe bringen (GRANDIN, 1998). Jede Tierart hat ihre typischen Temperamenteigenschaften. Für das Rind ist - im Vergleich zu anderen Huftierarten - ein ruhiges Temperament arttypisch (SCHAD, 1971). Das Temperament eines individuellen Haustieres hängt einerseits von seiner Umwelt, insbesondere vom Umgang des Menschen mit ihm ab (siehe z.B. die Untersuchungen dazu von BOISSY & BOUISSOU, 1988 und von BOIVIN et al., 1994). Andererseits ist es auch nach Rassen und individuell unterschiedlich und genetisch determiniert (GRANDIN, 1998 gibt eine hohe Erbllichkeit von $h^2 = 0.45$ an). Da die temperamentsabhängige seelische Erregbarkeit der Tiere für die ungestörte Wiederkäutätigkeit des Rindes eine Rolle spielt, kann das Temperament indirekt die Stoffwechsel- und Verdauungstätigkeit beeinflussen. Über hormonelle Prozesse können seelische Zustände (wie die unterschiedliche Stressanfälligkeit) der Tiere einen Einfluss auf physiologische Prozesse und die Gesundheit des Organismus ausüben (ANDRESEN et al., 2001).

WAIBLINGER (1996) untersuchte, wie nahe das Rind den Menschen auf der Weide oder im Laufhof einerseits und am Fressgitter andererseits an sich herankommen lässt (Fluchtdistanz- oder Ausweichdistanztest). Diese Methode wird für die Beurteilung der Mensch-Tier-Beziehung in Rinderherden angewendet (WAIBLINGER, 1996). Sie wird auch von GRANDIN

(1998) (mit Bezug auf FORDYCE et al., 1988 und GRANDIN, 1992) erwähnt als Methode für die Beurteilung des Temperaments von einzelnen Rindern. Der Vorteil dieser Methode ist die objektive Messbarkeit einer Distanz in Zentimetern. GRANDIN (1998) gibt aber zu bedenken, dass dabei unklar bleibt, wie stark das so erfasste Temperament genetisch determiniert ist und welcher Anteil auf Lernen und Gewöhnen zurückzuführen ist. Sie schlägt deshalb vor, die Tiere in eine für sie unbekannte Situation zu bringen, indem sie in ein so genanntes „squeeze chute“ (ein enger Pferch mit vier Wänden, in dem das Tier gerade knapp Platz hat) geführt werden, wo ihr Verhalten anhand einer 4-Punkte-Skala beurteilt wird: 1 = das Tier steht still im „squeeze chute“; 2 = das Tier ist unruhig; 3 = das Tier schüttelt das „squeeze chute“; 4 = das Tier schüttelt das „squeeze chute“ sehr stark und versucht zu entkommen. Mit dieser Methode werden vorwiegend Fleischrinder in Amerika und Australien beurteilt, um ein ruhiges Temperament züchterisch zu fördern und damit einerseits den Umgang mit den Tieren zu erleichtern und andererseits die Tageszunahmen der Tiere und die Fleischqualität zu verbessern (GRANDIN, 1998). Die Autorin berichtet, dass Tiere mit nervösem Temperament als stressanfälliger beobachtet werden als Tiere mit ruhigerem Temperament. GRANDIN (1998) betont, dass die Selektion nur ein Aspekt der Förderung eines ruhigen Temperaments der Tiere sei; noch wichtiger seien der ruhige Umgang mit den Rindern und die dahingehende Ausbildung des Tierbetreuungspersonals.

In einer kanadischen Studie wurden über 18'000 Milchkühe anhand einer 9-stufigen Skala von nervös bis ruhig beurteilt (SULLIVAN & BURNSIDE, 1988). In dieser Untersuchung wurden das Temperament beim Melken und das Verhalten der Tiere am Fressgitter (Aggressivität gegenüber anderen Tieren) und gegenüber Menschen erhoben. Die Erblichkeit des Temperaments (beim Melken) wurde aufgrund dieser Arbeit auf $h^2 = 0.16$ geschätzt.

In Finnland wird das Temperament aller primiparen Herdbuchkühe durch die Tierhalterinnen und Tierhalter subjektiv anhand einer 5-stufigen Skala (von nervös bis ruhig) beurteilt (JUGA, 1996). Diese Beurteilung erfolgt aufgrund des Vergleiches des Temperaments jedes einzelnen Tieres mit dem Herdendurchschnitt. Sie wird vom Besamungstechniker erfragt und festgehalten. Die Ergebnisse der Temperamentsbeurteilung werden allen Züchterinnen und Züchtern zur Verfügung gestellt, aber nicht in die Zuchtwertschätzungen einbezogen (JUGA, 1996). JUGA (1996) gibt eine Erblichkeit von $h^2 = 0.09$ für das Temperament an.

Eine weitere Methode, die bei der Beurteilung des Tiertemperaments Anwendung findet, ist die Messung der Herzschlagfrequenz während oder nach Umweltreizen (WAIBLINGER et al.,

2000; ZÄHNER, 2000; DÉSIÉ et al., 2002; SCHOPFER, 2002). Sie wird vor allem benutzt, um die Intensität von Stressoren (z.B. tierärztliche Behandlungen; WAIBLINGER et al., 2000) und die Reaktionen der Tiere, die unter anderem von ihrem individuellen Temperament abhängen, zu beurteilen. Dazu werden Herzschlagfrequenz-Messgeräte verwendet, an die sich das Tier vor der Benutzung eine halbe Stunde lang gewöhnen muss (WAIBLINGER et al., 2000). Die Variation der Herzschlagfrequenz vor, während und nach einer Behandlung ist ausschlaggebend für die Beurteilung des Temperaments.

In zahlreichen Arbeiten wird die Bestimmung der Glukokortikoide (z.B. Cortisol) im Blutplasma oder im Speichel als eine geeignete Methode dargestellt, um das Stressausmass und die individuelle Stressanfälligkeit bei den Tieren zu erfassen (ZÖLDAG et al., 1983; HEUWIESER et al., 1987; ANDRESEN & PAVEL, 1989; KAUFMANN & THUM, 1998; ANDRESEN et al., 2001; RUSHEN et al., 2001; SCHRADER, 2001a; MÜLLER, 2004).

1.5.6. Erfassen von Krankheiten der Tiere

Das Erfassen von Krankheitsinzidenzen („epidemiologische Datenerfassung“) bei Milchkühen wird heute vorwiegend in Zusammenhang mit der Einführung eines direkten Merkmals für die züchterische Förderung der Tiergesundheit diskutiert (KALM, 1999; DISTL, 2001; IVEMEYER et al., 2003; FÜRST, 2008). Aber auch für die Überprüfung gesundheitsfördernder Massnahmen wurden Methoden der Erfassung von Gesundheit und Krankheit entwickelt (siehe z.B. TIMMERMANN et al., 2005).

Wichtige Voraussetzungen für das Erfassen von Krankheitsinzidenzen sind eine gut organisierte Datenerhebung und eindeutige Definitionen von Krankheit und Gesundheit (DISTL, 2001). HAMANN & RUND (1994) betonen, dass jede Definition einer Krankheit unbefriedigend sei, da es in der Praxis nie scharfe Grenzen zwischen gesund und krank gebe und da sich auch die Zielvorstellungen und das vorhandene Datenmaterial für Definitionen im Laufe der Zeit änderten. Trotzdem erforderten sowohl das veterinärmedizinische Handeln, wie auch die Forschung definierte diagnostische Kategorien, die jedoch von Zeit zu Zeit überprüft werden müssten. KELTON et al. (1998) machen darauf aufmerksam, dass jeweils die tierärztliche Diagnose und nicht die Therapie als Krankheitsinzidenz zu werten sei, da Therapien - je nach Krankheit - mehrmals oder gar nicht erfolgen können.

TIMMERMANN et al. (2005) entwickelten einen Gesundheitsindex („GHS“= General Health Score) für Kälber, in den sie sowohl definierte akute Krankheiten als auch Therapien einbezogen. Mit der folgenden Formel wurde der Index für jedes einzelne Tier berechnet:

15 - 1x Anzahl Tage mit Durchfall - 2x Anzahl therapeutischer Behandlungen gegen Erkrankungen des Verdauungstraktes - 3x Anzahl therapeutischer Behandlungen gegen Erkrankungen des Respirationstraktes - 2x Anzahl therapeutischer Behandlungen gegen alle anderen Infektionskrankheiten - 2x Anzahl antibiotischer Behandlungen auf Herdenebene.

Die Gewichtung jedes Faktors erfolgte aufgrund der Einschätzung seiner Bedeutung für die Gesundheit des Tieres. Die therapeutischen Behandlungen wurden in dieser Arbeit während der gesamten Versuchszeit von 8 Wochen erfasst, die Durchfalltage nur in den ersten beiden Wochen (TIMMERMANN et al., 2005).

Die gegenwärtig gültigen Definitionen der wichtigsten Krankheiten der Milchkuh sind in den folgenden Kapiteln aufgeführt.

1.5.6.1. Mastitis

Nach dem Standard der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) wird Mastitis einerseits anhand des Zellgehaltes der Milch und andererseits anhand des Vorhandenseins euterpathogener Mikroorganismen in der Milch definiert (HAMANN & RUND, 1994; KLAAS, 2000). Zu Grunde gelegt wird jeweils das Sekret jedes einzelnen Euterviertels. Die hier vorgenommene Grenzziehung bei 100'000 Zellen/ ml (siehe Tab. 4) für die Beurteilung, ob eine Mastitis vorliegt oder nicht, kann gemäss neuerer Veröffentlichungen (HAMANN et al., 2002; HAMANN, 2003) als gesichert angesehen werden. Dieser Definition hat sich auch die International Dairy Federation angeschlossen (IDF-Norm).

Tab. 4: DVG-Mastitisdefinition (nach HAMANN & RUND, 1994; KLAAS, 2000)

Zellgehalt / ml Milch auf Euterviertelbasis	euterpathogene Mikroorganismen nicht nachweisbar	euterpathogene Mikroorganismen nachweisbar
< 100'000	gesund, normale Sekretion	latente Infektion
> 100'000	unspezifische Mastitis	Mastitis

1.5.6.2. Verdauungs- und Stoffwechselprobleme

Die klinischen Erkrankungen Azetonämie, Milchfieber, Pansenazidose und Labmagenverlagerung können gemäss der Diagnose durch den Tierarzt oder die Tierärztin als Inzidenzen gewertet werden. Milchfieber, Pansenazidose und Labmagenverlagerung sind einwandfrei als einzelne Inzidenzen zu definieren. Bei der Ketose besteht das Problem, dass sie nicht nur akut, sondern auch chronisch oder subklinisch und rezidivierend auftreten kann,

sodass es schwierig ist, einzelne Inzidenzen voneinander abzugrenzen. Sie tritt wesentlich häufiger subklinisch als klinisch auf. Nach der Definition von KELTON et al. (1998) tritt ein neuer Ketosefall dann ein, wenn die Kuh vorher 30 Tage lang keine Ketose hatte. Um auch subklinische Ketosen erfassen zu können, werden verschiedene Methoden diskutiert. Definitionsgemäss kann eine subklinische Ketose nur über die Messung von erhöhten Ketonkörpergehalten (β -Hydroxybuttersäure (= BHB), Azeton und Azetoazetat) in der Milch, im Harn oder im Blut erkannt werden (KELTON et al., 1998), wobei nicht immer die gleichen Grenzwerte angegeben werden (REDEZKY, 2000). Trotzdem werden in der Literatur häufig Möglichkeiten diskutiert, um die auf den meisten Betrieben regelmässig vorhandenen Informationen zu den Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der subklinischen Ketose-Situation zu nutzen:

- der Fett / Eiweiss- Quotient (FEQ) (HEUER et al., 1999; WOLTER et al., 1999; VAGTS, 2000; DUMMERSTORF, 2001; HAGMÜLLER, 2002)
- der Fett / Laktose – Quotient (FLQ) (STEEN et al., 1996)
- der Fettgehalt der Milch bei der ersten Milchleistungskontrolle nach dem Abkalben (LOTTHAMMER & WITROWSKI, 1994).

Beim FEQ werden Grenzwerte von 1.3 bis 1.5 angegeben. HAGMÜLLER (2002) und REIST (2001) weisen aber darauf hin, dass der FEQ sich nur als Herden- und nicht als Einzeltierparameter eigne. DUFFIELD et al. (1997) (in: REDEZKY, 2000) erachten den FEQ als nicht geeignet, um subklinische Ketosen zu erkennen. Beim FLQ ist ein Grenzwert von 0.8 in den Tabellen von STEEN et al. (1996) angegeben. Kühe mit einem FLQ > 0.8 haben den Autoren gemäss ein hohes Risiko einer subklinischen Ketose-Erkrankung. Sie sehen den FLQ als geeignet an, um subklinische Ketosen beim Einzeltier zu erkennen. In der Literatur konnten jedoch keine weiteren Erwähnungen dieser Methode gefunden werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bis heute keine einheitliche Methode zur Bestimmung einer Ketose mittels der Milchinhaltsstoffe vorliegt. Darin, dass eine subklinische Ketose beim Einzeltier sinnvoller durch den Azetongehalt in der Milch als durch eine Herleitung aus den Milchinhaltsstoffen zu diagnostizieren sei, sind sich die verschiedenen Autorinnen und Autoren einig (z.B. GUSTAFSSON & EMANUELSON, 1996; REIST, 2003).

1.5.6.3. Fruchtbarkeitsstörungen und Abkalbprobleme

Die klinischen Erkrankungen Nachgeburtshaltung, Gebärmutterentzündung, Scheidenentzündung, Eierstockszysten, Störungen des ovariellen Zyklus und Abkalbeschwierigkeiten können anhand der Diagnosen durch den Tierarzt oder die Tierärztin als Inzidenzen gewertet werden. Als neue Inzidenz ist jede Krankheit zu werten, die auftritt, nachdem die Kuh 30 Tage lang keine Symptome dieser Krankheit gezeigt hat (KELTON et al., 1998). Nachgeburtshaltungen sind als eine Inzidenz zu zählen, wenn 24 Stunden nach der Geburt die fötalen Hüllen noch nicht abgegangen sind (KELTON et al., 1998).

Um auch subklinische Fruchtbarkeitsprobleme erfassen zu können, wird in der Literatur am häufigsten das Erfassen der Günstzeit diskutiert. Sie lässt sich errechnen aus der Zwischenkalbezeit abzüglich der Trächtigkeitsdauer (= 280 Tage). Die Günstzeit ist demnach abhängig von der vom Tierhalter oder der Tierhalterin gewählten Rastzeit (Zeit zwischen Geburt und erster darauf folgender Belegung) und vom Besamungserfolg. Der Grenzwert für eine Günstzeit, die noch als gesund gilt, wird in der Literatur unterschiedlich definiert: Ein häufig genannter Wert liegt bei 105 Tagen (DE KRUIF et al., 1998; HAGMÜLLER, 2002). LOTTHAMMER & WITTOWSKI (1994) geben eine Günstzeit von unter 80 Tagen als gute Fruchtbarkeit an. PLATEN (1997) nennt 85 Tage und TISCHER (2002) gibt 85 bis 100 Tage an. Aus physiologischer Sicht ist bei ca. 100 Tagen das Optimum der Konzeptionsbereitschaft erreicht (PLATEN, 1997; LOTTHAMMER & WITTOWSKI, 1994). LOTTHAMMER & WITTOWSKI (1994) betonen, dass dieses Optimum stark variieren könne und von der Milchleistung, der Fütterung und der Umwelt des Tieres abhängen. Ab welcher Dauer eine lange Günstzeit als subklinische Fruchtbarkeitsstörung gilt, wird in keiner dieser Arbeiten genau definiert.

1.5.6.4. Klauenerkrankungen

Zu den Klauenerkrankungen gehören die Klauenentzündungen (Laminitis) und die entsprechenden Folgeerkrankungen (Sohlenblutungen, Sohlengeschwüre, Läsionen der weissen Linie, Doppelsohle), Klauengeschwüre und Zwischenklauengeschwüre (Limax). Lahmheiten werden häufig durch den Tierhalter oder die Tierhalterin selber festgestellt und behandelt. Oft wird dann nicht genau zwischen verschiedenen Erkrankungen differenziert. Eine Neuerkrankung wird nach KELTON et al. (1998) definiert als das Auftreten von Lahmheit, wenn zuvor mindestens 30 Tage keine klinischen Symptome vorhanden waren.

1.5.7. Statistische Methoden für die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen individuellen Merkmalen der Tiere und ihrer Gesundheit

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Gesundheitsmerkmalen von Milchkühen und anderen Eigenschaften dieser Tiere (den sogenannten funktionalen Merkmalen oder Hilfsmerkmalen für Gesundheit) werden häufig für züchterische Fragestellungen durchgeführt; es handelt sich dabei meistens um physiologische Merkmale oder um Exterieurmerkmale (siehe z.B. GROEN et al., 1997; KALM, 1999; BANOS et al., 2007; WATHES et al., 2007). Die am häufigsten verwendeten statistischen Methoden für solche Untersuchungen sind die Berechnungen von phänotypischen und von genetischen Korrelationen zwischen den beobachteten Eigenschaften und den Gesundheitsmerkmalen. In diesen Studien wird in der Regel mit bereits bekannten und routinemässig erhobenen Merkmalen (wie Exterieurmerkmalen und Milchleistungsergebnissen) und sehr hohen Tierzahlen (z.B. ganzen Populationen eines Landes) gearbeitet (siehe z.B. NASH et al., 2000; RUPP et al., 2000; BOICHARD & RUPP, 2001; SHOOK, 2001), wobei physiologische und umweltbedingte Einflussfaktoren als fixe Effekte in die statistischen Modelle integriert werden. Verhaltenseigenschaften der Kühe finden sich nur selten in diesen Studien (z.B. bei JUGA, 1996; SEWALEM et al., 2001).

Zum Vergleich des Verhaltens zwischen individuellen Kühen gibt es nur wenige Untersuchungen (FUERST-WALTL et al., 1999; SCHRADER, 2001a; BRINKMANN & WINCKLER, 2002; MÜLLER, 2004). Diese Verhaltensstudien wurden jeweils mit einer Tierzahl von weniger als 50 Individuen durchgeführt und hatten nicht das Ziel, nach einem Zusammenhang zur Tiergesundheit und nach Merkmalen für den späteren Einbezug in Tierzuchtstrategien zu suchen. MANTECA & DEAG (1993) und JENSEN (1995) (in: SCHRADER, 2001a und MÜLLER, 2004) nennen als wichtigstes Kriterium für die Feststellung intraindividuelle Verhaltenskonsistenz der Tiere die Reproduzierbarkeit der Beobachtungen.

In Studien, die das Verhalten von Tieren zu kontinuierlich gemessenen physiologischen Werten in Beziehung setzen, werden multivariate Regressionsanalysen berechnet, wobei die physiologischen Werte als abhängige Variablen eingesetzt werden (z.B. TERLOUW et al., 2005).

2. Tiere, Material und Methoden

Das Ziel dieser Untersuchung war, eine möglichst grosse Anzahl von Eigenschaften der Tiere, die für die Fragestellung nach einem Zusammenhang ihrer Ausprägung mit der Tiergesundheit interessant sein können, in einer Herde zu beobachten, um zu ermitteln, bei welchen Parametern es sich lohnt, später weitere Untersuchungen für deren Einbezug in Zuchtkonzepte durchzuführen. In diesem Sinne handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine Pilotstudie. Sie hat drei Schwerpunkte:

- Auswahl von wesentlichen arttypischen Eigenschaften des Rindes und Entwicklung von Methoden zur Erfassung dieser Eigenschaften auf individueller Ebene (wo solche nicht bereits entwickelt sind).
- Untersuchung, ob diese Eigenschaften individuell ausgeprägt und interindividuell verschieden sind (ob eine interindividuelle Variationsbreite besteht).
- Untersuchung, ob eine individuelle Ausprägung dieser Eigenschaften in einem Zusammenhang zur Tiergesundheit steht.

2.1. Auswahl der zu beobachtenden Eigenschaften

Die Auswahl der zu beobachtenden Eigenschaften erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Zusammenhang mit Verdauung und Stoffwechsel (wesenstypische Merkmale)
- verschiedene Seinsbereiche betreffend: physiologisch, ethologisch und psychisch
- Möglichkeit der praxistauglichen und tiergerechten Erhebung

Die folgenden Eigenschaften wurden ausgewählt:

Physiologische Eigenschaften:

- Kotbeschaffenheit
- Körperkondition

Ethologische Eigenschaften²²:

- Wiederkäudauer pro Tag
- Wiederkäudauer pro Wiederkäuperiode
- Anzahl Wiederkäuschläge pro Bissen
- Wiederkäugeschwindigkeit
- Anzahl der Abliegevorgänge pro Tag
- Liegezeit pro Tag

Psychische Eigenschaft:

²²Die Beobachtung des Futterwahlverhaltens und des Fressverhaltens wären ebenfalls interessante Verhaltenseigenschaften, die im Rahmen dieser Arbeit leider nicht beobachtet werden konnten.

- Temperament

2.2. Die einzelbetriebliche Studie

Die Untersuchungen, ob die Kühe sich in den beobachteten Eigenschaften individuell unterscheiden und ob diese Unterschiede mit ihrer individuellen Gesundheit oder Krankheitsanfälligkeit in einem Zusammenhang stehen, mussten unter möglichst für alle Tiere gleichen Umweltbedingungen (insbesondere bezüglich der Fütterung) erfolgen; andernfalls wäre es unmöglich gewesen, zu eruieren, ob beobachtete Unterschiede individuell oder umweltbedingt sind. Da die meisten der untersuchten Parameter bei Projektbeginn nirgends routinemässig erfasst wurden, war es auch nicht möglich, mit einer grösseren Population zu arbeiten, sodass unterschiedliche Umweltbedingungen vernachlässigbar geworden wären. Deshalb wurden die Untersuchungen in *einer* Herde, auf *einem* Betrieb durchgeführt. Um trotz der einzelbetrieblichen Studie aussagekräftige Resultate zu erhalten, musste die Tierzahl in der Herde möglichst gross sein. Limitiert wurde die Tierzahl allerdings durch die Tatsache, dass sämtliche Tiere möglichst zeitgleich beobachtet werden mussten, um auch unterschiedliche zeitbedingte Einflüsse auf das Verhalten zu vermeiden. Eine Herde von rund 50 Tieren entsprach diesen Anforderungen.

2.3. Der Betrieb und die Tiere

Die Tierbeobachtungen wurden zwischen Juni 2001 und Dezember 2002 (inklusive Vorstudien) in der Milchviehherde des Gutsbetriebes der Stiftung Fintan in Rheinau (Schweiz) durchgeführt. 1999 war mit der Umstellung dieses Betriebes von der konventionellen auf die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise begonnen worden. Seit 2001 ist er ein zertifizierter Bio-(Knospe-) Betrieb und seit 2002 ein zertifizierter Demeter-Betrieb.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes beträgt 135.8 ha, wovon 90 ha Ackerfläche, 26 ha Wiesen und Weiden, 2 ha Reben, 2.5 ha Obstanlagen und 14.5 ha ökologische Ausgleichsflächen sind. Nebst den 60 Milchkühen mit Nachzucht und einem Zuchtstier werden Pferde, Schweine und Schafe gehalten. (Ein detaillierter Betriebsspiegel befindet sich im Anhang 1).

Die Kühe gehören der Rasse Swiss Fleckvieh (SF) oder Red Holstein (RH) an. Bei allen Tieren handelt es sich um milchbetonte Zweinutzungstypen. Die Rassenbezeichnung Swiss Fleckvieh steht in der Schweiz für die Kreuzung zwischen der Rasse Simmentaler (= Si) (oder seltener Montbéliarde= MO) und Red Holstein (= RH) mit einem RH-Blutanteil von 14% bis 74%. Ab einem RH-Anteil von 75% werden die Tiere zu der Rasse Red Holstein gezählt. Der

RH-Anteil der Tiere in der Beobachtungsherde betrug durchschnittlich 64%. 25% der beobachteten Tiere hatten einen RH-Blutanteil von über 74%. Reine Simmentaler Tiere gab es in dieser Herde nicht. Nur 6% der Tiere hatten einen RH-Anteil unter 50%. Einige Tiere der Herde hatten einen geringen Anteil an Montbéliarde-Blut.

Die durchschnittliche Herdenmilchleistung lag zwischen 5500 und 6000 kg pro Jahr. Das Alter der Kühe lag während des Beobachtungszeitraumes zwischen 2.5 und 8.5 Jahren. Das Durchschnittsalter der Herde betrug 5.5 Jahre, mit durchschnittlich 3.0 Laktationen pro Tier. Die Remontierungsrate lag somit bei ca. 33 %.

2.3.1. Tierhaltung

Die Kühe und der Stier waren in einem zweireihigen Anbindestall mit 60 Plätzen und befahrbarem Futtertisch in der Mitte untergebracht. Zur Zeit der Beobachtungen war der Stall voll belegt. Die Kuhplätze auf dem Mittellangstand waren mit einer Kuhkomfortmatratze und reichlich Langstroheinstreu versehen. Die Kühe wurden mit einer vollautomatischen Rohrmelkanlage gemolken. Während der Vegetationsperiode von Mitte April bis Mitte November gingen die Kühe täglich ca. 10 Stunden auf die Weide. In der Winterzeit gingen sie an mindestens 13 Tagen pro Monat für 2 bis 4 Stunden in den Auslauf im Freien. Die Kälber wurden im gleichen Stall in Gruppen auf Tiefstreu gehalten. Das Jungvieh befand sich in einem separaten Tiefstreulaufstall.

2.3.2. Die Fütterung der Kühe im Zeitraum der Studie

Die Winterfütterung basierte auf Belüftungsheu und einer Silagemischung vom eigenen Betrieb. Die Silagevorlage wurde aus Grassilage, Maissilage und wenig Heu (im Verhältnis von 10.6 : 4.5 : 1; bezogen auf kg Frischsubstanz (FS)²³) im Futtermischwagen gemischt. Das Heu stammte zu drei Vierteln von Kunstwiesen²⁴ und zu einem Viertel von Naturwiesen²⁵. Die Grassilage stammte nur von Kunstwiesen. Diese beiden Hauptfutterkomponenten wurden im Winterhalbjahr 2001 / 2002 (der Hauptbeobachtungszeit des vorliegenden Projektes) einmalig analysiert. Mehrere Stichproben des jeweiligen Futtermittels wurden gemischt und an ein zertifiziertes Labor in der Schweiz (UFAG Laboratorien) zur Analyse geschickt. Die Ergebnisse dieser Analyse sind der Tab. 5 zu entnehmen.

²³Dieser Begriff ist schweizerisch und bedeutet in Deutschland „Frischmasse“

²⁴Dieser Begriff ist Schweizerisch und bedeutet in Deutschland „Klee gras-Ansaaten“

²⁵Dieser Begriff ist Schweizerisch und bedeutet in Deutschland „Dauergrünland“

Tab. 5: Inhaltsstoffe und Futterwert der Grundfutterkomponenten

Futterkennwerte	Heu	Silagemischung
Trockensubstanz (TS) ²⁶ (g / kg FS)	907	385
Rohprotein (g/ kg TS)	120	130
Rohfaser (g/ kg TS)	286	241
Rohasche (g/ kg TS)	93	104
Energie (MJ NEL / kg TS)	5.3	5.8

Die Sommerfütterung bestand nebst der Weide auf Natur- und Kunstwiesen vorwiegend aus der Klee gras-Fütterung im Stall. Zum Grundfutter wurden zwei Kraftfuttermittel (ein Energiefutter und ein Eiweisskonzentrat in Demeterqualität) verfüttert, je nach Zusammensetzung des Grundfutters. Die Analysedaten dieser beiden Futtermittel sind der Tab. 6 zu entnehmen.

Tab. 6: Inhaltsstoffe und Futterwert der Kraft- und Ergänzungsfuttermittel

Futterkennwerte	Energiefutter	Eiweisskonzentrat Würfel
Zusammensetzung	Getreide, Fette + Öle, Trockengrünfütter, Mineralstoffe	Körnerleguminosen, Ölsaaten, Getreideprodukte, Zuckerprodukte, Mineralstoffe
Rohprotein (g / kg TS)	120	300
APDN (g / kg TS)	85	225
APDE (g / kg TS)	85	165
Rohfett (% der TS)	6	3
Energie (MJ NEL / kg TS)	6.8	6.5
Rohfaser (% der TS)	4	6
Rohasche (% der TS)	7	7
Kalzium (% der TS)	1.2	1.2
Phosphor (% der TS)	0.6	0.6

Durchschnittlich erhielten die Kühe in den ersten 100 Laktationstagen 4 kg TS / Tag von diesem Kraftfutter, in den zweiten 100 Laktationstagen 1 kg TS / Tag und in den letzten 100 Laktationstagen erhielten sie gar kein Kraftfutter. Die Tiere erhielten zusätzlich zum Viehsalz (NaCl) ein phosphorreiches Mineralsalz.

2.3.3. Die Futtervorlage

Im Winter wurde den Kühen zur Morgenfütterung von 05:00 bis 07:00 Uhr Heu vorgelegt. Zwischen 07:00 und 09.00 Uhr wurde den Tieren kein frisches Futter vorgelegt. Um 09:00 Uhr wurde die Silagemischung aus dem Futtermischwagen gefüttert und um 11:00 Uhr wurden alle Futterreste aus der Krippe entnommen. Von 11:00 bis 15:00 Uhr erhielten die Kühe kein Futter und die Krippe wurde abgesperrt. Um 15:00 Uhr begann die Abendfütterung

²⁶ Dieser Begriff ist Schweizerisch und bedeutet in Deutschland „Trockenmasse“.

mit den Resten der Silage vom Vormittag. Anschliessend wurde bis 19:00 Uhr Heu gefüttert. Dann wurde die Krippe wieder geleert und die Futterreste wurden aus der Krippe entnommen. Zwischen 19:00 Uhr und 5:00 Uhr war die Krippe leer und abgesperrt.

Am 28. Februar 2002 wurden während des ganzen Tages Untersuchungen zur Futteraufnahme bei 13 Kühen der Herde gemacht: Dazu wurde für jede Kuh das Futter, welches am Morgen und am Abend jeweils zu den Fresszeiten unbeschränkt gegeben wurde, gewogen. Die Futterreste wurden ebenfalls bei jeder Kuh gewogen und von dem gefütterten Futter jeweils abgezogen. Diese Wägungen ergaben, dass die laktierenden Tiere im Schnitt 16 kg TS an Grundfutter aufnahmen, wobei diese Menge jeweils zur Hälfte aus dem Heu und der Silagemischung bestand. Die ermittelte Futteraufnahme entsprach dem Erhaltungs- und Leistungsbedarf der meisten Kühe (siehe Anhang 2). Bei vier Tieren zeigte sich eine Überversorgung mit Rohprotein. Es konnte aufgrund dieser Analysen aber davon ausgegangen werden, dass die Fütterung adäquat war.

Im Frühjahr und im Herbst weideten die Tiere tagsüber und erhielten morgens und abends während der Melkzeiten Klee gras im Stall. Zwischen 19:00 Uhr und 5:00 Uhr wurde die Krippe abgesperrt und die Tiere blieben im Stall. Im Hochsommer weideten die Tiere nachts und blieben tagsüber im Stall. Sie erhielten ebenfalls Klee gras zu den Melkzeiten. Im Sommer war die Krippe von 9:00 bis 16:00 Uhr abgesperrt.

2.3.4. Tiermedizin

Die Tiere wurden gemäss den Richtlinien des ökologischen Landbaus im Krankheitsfall wenn immer möglich komplementärmedizinisch behandelt, sowohl vom Hoftierarzt, wie auch vom Landwirt selbst. Bei Euterproblemen wurden die Behandlungsempfehlungen des FiBL-Bestandesbetreuungsprojektes BAT befolgt (NOTZ et al., 2004). Es wurden keine antibiotischen Trockensteller eingesetzt. Alle Behandlungen der Tiere (auch die komplementärmedizinischen) wurden vorschriftsgemäss im Behandlungsjournal aufgeschrieben.

2.3.5. Auswahl der zu beobachtenden Kühe

Alle Milchkühe, die zu den Beobachtungszeiten in der Herde waren, wurden in die Untersuchungen einbezogen. Bei denjenigen Parametern, die eng mit der aktuellen Verdauungstätigkeit im Zusammenhang stehen (alle Wiederkäu- und Liegeparameter und die Kotbeschaffenheit), wurden nur laktierende Kühe in die Datenaufnahmen einbezogen, da sie die normale Futterration auf der Basis von Heu und Silage erhielten. Die trockenstehenden

Kühe, deren Futtermittelration in der Zeit von der 8. bis zur 3. Woche vor der Abkalbung nur aus Heu und Stroh bestand, konnten bei diesen Parametern nicht in die Beobachtungen einbezogen werden. Die unterschiedliche Höhe der Kraftfuttergaben bei den laktierenden Tieren war in dieser Hinsicht insofern von geringer Bedeutung, als Kraftfutter in der Beobachtungsherde generell nur in kleinen Mengen (höchstens 4 kg pro Tier und Tag und durchschnittlich 1.5. kg pro Tier und Tag, auf das ganze Jahr verteilt) gegeben wurde. Deshalb wurde darauf bei der Auswahl der Tiere keine Rücksicht genommen. (Bei der Auswertung der Daten wurde aber ein möglicher Kraftfuttereinfluss indirekt einbezogen, da jeweils die Einflüsse des Laktationsstadiums und der Milchleistung (als Co-Faktoren) berücksichtigt wurden.)

Die Beobachtungen wurden in zwei Teilprojekten durchgeführt: im Projekt 1 (zwischen Dezember 2001 und Ende Februar 2002) wurden alle Wiederkäu-, Liege- und Kotbeobachtungen durchgeführt, im Projekt 2 (zwischen Januar 2002 und Ende Dezember 2002) wurden die Körperkondition und das Temperament der Tiere beobachtet.

Bedingt durch die verschiedenen Laktationsabschnitte und die unterschiedliche Fütterung in diesen Abschnitten fand häufig ein Wechsel der Zusammensetzung der beobachteten Herde statt. Einige Kühe wurden trockengestellt und andere hoch tragende wurden zur Vorbereitung der neuen Laktation wieder mit dem Laktationsfutter angefüttert. Ein Teil der Herde wurde gealpt, einige wurden ausgemerzt und neue Jungkühe kamen dazu. Deshalb waren nie alle 60 Kühe der Herde bei allen Beobachtungen dabei. Aus dem gleichen Grund waren die Tiergruppen bei den Beobachtungen der unterschiedlichen Parameter nicht immer gleich zusammengesetzt. In die Auswertungen wurden jeweils nur diejenigen Kühe einbezogen, die bei allen Beobachtungen aller Parameter des jeweiligen Teilprojektes dabei waren.

2.4. Methoden

Da bis heute generell nur wenige Methoden für das Erfassen individueller Verhaltensunterschiede bei Rindern entwickelt worden sind (MÜLLER, 2004), war bei mehreren Verhaltensparametern die Entwicklung von eigenen Erhebungsmethoden notwendig²⁷.

Die folgenden Voraussetzungen müssen bei Verhaltensbeobachtungen erfüllt sein, damit das individuelle Verhalten der Tiere vergleichbar erfasst werden kann:

²⁷ Es gibt zwar viele Arbeiten zur Erhebung des Wiederkäuerhaltens bei Rindern, jedoch keine, die nach individuellen Verhaltensunterschieden bei gleicher Fütterung, zu gleicher Zeit in einer Herde suchte.

- Die Tiere müssen alle einer Herde angehören, die bereits seit längerer Zeit besteht; sie sollen sich in ihrer gewohnten Umgebung und ihrem gewohnten Rhythmus gemäss verhalten können.
- Alle Tiere müssen mit dem gleichen Futter zu den gleichen Zeiten unter den gleichen Umweltbedingungen gefüttert werden.
- Alle Tiere müssen vom Betreuungspersonal möglichst immer gleich behandelt werden.
- Alle Tiere müssen möglichst gleichzeitig beobachtet werden können.
- Die Beobachtungen müssen über eine längere Zeitspanne mehrmals durchgeführt werden können.
- Die beobachtenden Personen sollen möglichst immer die gleichen sein und müssen sich vor der Arbeit gut abgleichen.
- Physiologische Unterschiede zwischen den Tieren (Alter, Laktationsnummer, Laktationsstadien, Gewicht, Milchleistung) müssen bekannt sein und bei einem Vergleich der Tiere berücksichtigt werden.

Diese Voraussetzungen waren in der Beobachtungsherde alle erfüllt.

2.4.1. Methoden zur Beobachtung des Wiederkäuverhaltens

Die direkte visuelle Beobachtung wurde für die vorliegende Studie allen anderen Methoden vorgezogen. Sie wird auch in der Literatur als die genaueste beschrieben (DELAGARDE et al., 1999). Die folgenden Parameter wurden für die Beobachtung des Wiederkäuens ausgewählt: „Wiederkäuzeit pro Tag“ (= WKDAUER= Summe der Zeiträume aller Wiederkäuperioden innerhalb von 24 Stunden); „mittlere Dauer der Wiederkäuperioden“ (= WKPERD); „Anzahl Kieferschläge pro Bissen“ (= KS/B); „Zeit pro Bissen“ (= Z/B); „Wiederkäugeschwindigkeit“ (= „Zeit pro Kieferschlag“ oder „Z/KS“).

2.4.1.1. Methodik zur Beobachtung der Wiederkäudauer

Die beiden Parameter „Wiederkäuzeit pro Tag“ und „mittlere Dauer der Wiederkäuperioden“ konnten gleichzeitig erfasst werden. Die Beobachtungen wurden im Winter (2001 / 2002) im Anbindestall durchgeführt. Eine Person konnte 25 angebundene Kühe überblicken und zeitgleich beobachten. Demnach erforderte die gleichzeitige Beobachtung von rund 50 Tieren zwei Personen. Um die Wiederkäuzeiten eines ganzen Tages erfassen zu können, müsste während 16 Stunden beobachtet werden, da die 8 Stunden Fresszeiten von den 24 Stunden eines Tages abgezogen werden können (auf dem Beobachtungsbetrieb lag die Fresszeit ziemlich genau bei 8 Stunden pro Tag). Es ist aber ausgeschlossen, dass die untersuchenden Personen 16 Stunden eines Tages konzentriert Verhaltensbeobachtungen durchführen. Des-

halb wurden die 16 Stunden Beobachtungszeit eines Tages (Tageszyklen) abhängig vom praktizierten Fütterungsregime in vier Beobachtungsabschnitte aufgeteilt und nach folgendem Schema (Tab. 7) auf zwei aufeinander folgende Tage verteilt:

Tab. 7: Beobachtungsabschnitte zur Erfassung der Parameter der Wiederkäuzeit und der Wiederkäuperioden

Tag 1	Tag 2
11:00 – 15:00 Uhr	07:00 – 09:00 Uhr
19:00 – 24:00 Uhr	24:00 – 05:00 Uhr

Dieses 2-Tage-Beobachtungsschema wurde an den zwei darauf folgenden Tagen in genau gleicher Weise wiederholt, wodurch nach einem Beobachtungsblock, der 4 Tage dauerte, 2 „Tageszyklen“ für die entsprechenden Parameter vorlagen. Ein Beobachtungszyklus entsprach somit zeitmässig einem Tag, war aber verteilt auf die entsprechenden vier Beobachtungsabschnitte an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. Im Folgenden wird ein solcher Tageszyklus mit „Tag“ bezeichnet. Drei Beobachtungsböcke wurden so vom 17. bis 21.12.2001, vom 16. bis 20.01.2002 und vom 28.01. bis 01.02.2002 durchgeführt, woraus sich sechs beobachtete „Tage“ ergaben.

Bei den Tierbeobachtungen wurden jeweils die *Verhaltensänderungen* der Tiere (von wiederkäuen zu nicht wiederkäuen und umgekehrt) zeitgenau mit Hilfe des Programms „The Observer 3.0“ auf zwei Laptops erfasst. Das Programm erfasste die Wiederkäuzeit und die Nichtwiederkäuzeit und die Häufigkeit des Wechsels. Daraus wurden die durchschnittliche Dauer einer Wiederkäuperiode (WKPERD) und die gesamte Wiederkäudauer eines „Tages“ (WKDAUER) berechnet. Der Beobachterinneneinfluss wurde durch die gleichmäßige Verteilung der zwei Kuhgruppen und der Beobachtungsperioden auf die zwei Beobachterinnen möglichst gering gehalten. Nach einem 4-Tage-Beobachtungsblock hatte jede Beobachterin jede Kuh einmal in jeder Beobachtungsperiode beobachtet.

Um die Übereinstimmung der Beobachtungstätigkeit zu überprüfen, wurde ein Abgleich der Beobachterinnen durchgeführt. Dafür wurde eine der beiden Kuhgruppen eine Stunde lang von beiden Beobachterinnen gleichzeitig beobachtet, und die Resultate wurden anschließend verglichen. Da keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben der beiden Beobachterinnen gefunden werden konnten (Wilcoxon-Test: $n = 23$; $p > 0.1$; $r_p = 0.971$), wurde davon ausgegangen, dass keine einseitige Verschiebung der Daten durch eine Beobachterin vorlag.

An den Beobachtungstagen im Zeitraum zwischen dem 17.12.2001 und dem 01.02.2002 bekamen jeweils zwischen 47 und 50 der insgesamt 60 Kühe der Herde das gleiche Grundfutter, bestehend aus Heu und Gras- / Maissilage. 10 bis 13 Kühe konnten also jeweils nicht in die Beobachtungen einbezogen werden, weil sie trocken standen und deshalb andere Futtermengen bekamen. Es handelte sich jedoch nicht bei allen Beobachtungsböcken um die gleichen Kühe, die nicht in der Beobachtungsgruppe waren. Nur 38 Kühe konnten an allen 6 „Tagen“ beobachtet werden.

2.4.1.2. Methodik zur Beobachtung der Wiederkäuzyklen

Die beiden Parameter „Kieferschläge pro Bissen“ (= KS/B) und „Zeit pro Bissen“ (= Z/B) konnten gleichzeitig erfasst werden. Die „Zeit pro Kieferschlag“ (= Z/KS) wurde aus diesen beiden Werten berechnet: $(Z/B) / (KS/B) = Z/KS$. Nur dieser Wert wurde als Wert für die Kaugeschwindigkeit weiter verwendet.

Die Parameter des Wiederkäuzyklus wurden ebenfalls visuell erfasst: Nach dem deutlich erkennbaren Hochwürgen eines Bissens zählten die Beobachterinnen die Anzahl der Kieferschläge, welche die Kuh bis zum Hinunterschlucken des Bissens in einem Wiederkäuzyklus ausführte und stoppten gleichzeitig die Zeit (Sekunden und Zehntelssekunden) vom ersten bis zum letzten Kieferschlag des beobachteten Bissens mit einer Stoppuhr. Auf diese Weise wurden pro Beobachtungstag und Tier 10 Wiederkäuzyklen, wenn möglich in aufeinander folgender Reihenfolge, beobachtet. Gemäss SCHNEIDER (2002) sind Beobachtungen von jeweils 10 Zyklen aussagekräftig. Die Auszählung und Zeitmessung von 10 Wiederkäuzyklen pro Kuh wurde an 4 Tagen bei Winterfütterung im Stall durchgeführt und zwar am 15.01.2002, am 22.01.2002, am 05.02.2002 und am 21.02.2002. Die Erhebungen erfolgten jeweils nach Beendigung der morgendlichen Silageaufnahme und vor Beginn der Fütterung am Nachmittag. Die Reihenfolge, nach der die Kühe erfasst wurden, ergab sich zufällig. Die Zahl der beobachtenden Personen wurde für die Beobachtung dieser Parameter des Wiederkäuzyklus von zwei auf drei erhöht, um den Zeitversatz zwischen der ersten und der letzten beobachteten Kuh zu minimieren. Die Übereinstimmung der Beobachtungsergebnisse dieser drei Personen wurde nicht überprüft, da das Zählen von Wiederkäuschlägen als wenig fehleranfällig angesehen wurde. Die Beobachtungen der Wiederkäuzyklen erfolgten etwas später im Jahr als die Beobachtung der Parameter „Wiederkäudauer pro Tag“ und „mittlere Dauer einer Wiederkäuperiode“, weil sie von den gleichen Personen durchgeführt wurden und die gleichzeitige Erfassung aller Wiederkäuparameter mit diesen Methoden nicht möglich war. Bei den Beobachtungen des Wiederkäuzyklus waren insgesamt 40 Kühe, die alle das

gleiche Futter bekamen, an allen Beobachtungstagen dabei. Es waren aber zum Teil nicht die gleichen wie die 38 Tiere, die bei der Beobachtung der Wiederkäudauer pro „Tag“ dabei waren. Deshalb blieben nur 27 Tiere übrig, die bei allen Wiederkäubeobachtungen an allen Beobachtungstagen dabei waren und deren Daten für die weiteren Auswertungen verwendet wurden.

2.4.2. Methodik zur Erfassung des Liegeverhaltens

In der vorliegenden Arbeit waren die individuellen Unterschiede in der Dauer der Liegezeiten pro Tag und in der Häufigkeit des Abliegens und Aufstehens von Interesse, da diese Parameter unter den gleichen Haltungsbedingungen für alle Tiere Aufschluss über das individuelle Ruheverhalten geben können (HALEY et al., 2000). Das Aufstehen und das Abliegen der Tiere konnten zeitgleich mit der Wiederkäudauer pro „Tag“ und den Wiederkäuperioden erfasst werden. Deshalb wurde ebenfalls die Methode der direkten visuellen Beobachtung gewählt. Die Beobachtungen zum Liegeverhalten wurden nach dem gleichen Beobachtungsplan (Tab. 7) wie die Beobachtungen zur Wiederkäudauer pro „Tag“ ebenfalls an sechs „Tagen“ und von den gleichen beiden Personen durchgeführt. Wenn sich eine Kuh hinlegte, wurde dies mit dem Programm „The Observer 3.0“ zeitgenau als Ereignis erfasst. Das Gleiche gilt für die Aufstehvorgänge. Daraus konnte die jeweilige Anzahl der Abliegevorgänge pro „Tag“ (= ABLIEGEN) jedes Tieres abgelesen werden (natürlich waren es gleich viele Aufstehvorgänge). Im Nachhinein wurde aus diesen Daten die jeweilige Dauer der Liegeperioden berechnet: vom Zeitpunkt eines Aufstehvorganges wurde der Zeitpunkt des davor liegenden Abliegevorganges (in Sekunden) subtrahiert. Dies ergab die Liegezeit einer Liegeperiode in Sekunden. Die Addition der Dauer aller Liegeperioden eines „Tages“, ergab die gesamte Liegedauer an diesem „Tag“ (= LIEGEN) für das jeweilige Tier. Der Beobachterabgleich ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Beobachterinnen (Wilcoxon-Test: $n= 23$; $p> 0.1$; $r_s= 0.813$). Bei 38 Kühen konnte an allen sechs „Tagen“ das Liegeverhalten beobachtet werden.

2.4.3. Methodik der Kotbeurteilung

Für die Kotbeurteilung wurde in Anlehnung an ROSENBERGER et al., 1990 die folgende Methode entwickelt: Der Kot wurde frisch (körperwarm) mit dem Finger aufgenommen. Dabei wurden die Konsistenz und der Zerkleinerungsgrad tastend beurteilt. Der Geruch wurde sofort an derselben Probe beurteilt. Jeder der drei Parameter wurde mit einer Note von 1 (schlecht) bis 3 (gut) bewertet. War der Kuhfladen durch eine glänzende äussere Schicht abgeschlossen, gut geformt und kompakt, so wurden zusätzlich 0.5 Punkte vergeben. Die Summe dieser Noten ergab die Gesamtnote, wobei die Note für die Konsistenz doppelt

gezählt wurde, weil sie als zentraler Parameter für die Verdauungsleistung angesehen wurde (sie ist ein Parameter für die Geschwindigkeit der Darmpassage). Die Gesamtnote 12.5 war somit die Bestnote, die Gesamtnote 4 war die schlechtestmögliche Note für die Beurteilung der Kotbeschaffenheit (= KOT).

Der Kot wurde jeweils am selben Tag, bei für alle Tiere gleicher Winterfütterung beurteilt. Die Kotbeurteilung wurde an fünf verschiedenen Tagen, unter jeweils verschiedenen Winterfütterungsbedingungen immer von derselben Person durchgeführt und zwar am 19.12.2001, am 16.01.2002, am 18.01.2002, am 19.01.2002 und am 29.01.2002. 32 Tiere der Herde waren bei allen fünf Kotbeurteilungen dabei. (Darunter waren alle 27 Tiere, die auch bei den Beobachtungen der Wiederkäuparameter und des Liegeverhaltens dabei waren.)

2.4.4. Methodik zur Beurteilung der Körperkondition (BCS)

Die Körperkondition wurde während eines Jahres (Januar 2002 bis Dezember 2002) bei allen Kühen regelmässig erhoben: insgesamt 15 bis 16 mal. Es wurde darauf geachtet, dass für jede Kuh jeweils eine BCS-Erhebung in der 1. bis 3. Woche *post partum* (= BCS(1-3pp)), in der 6. bis 8. Woche *post partum* (= BCS(6-8pp)), in der 12. bis 14. Woche *post partum* (= BCS(12-14pp)) und in der 28. bis 30. Woche *post partum* (= BCS(28-30pp)) vorhanden war (mit Ausnahme von zwei Kühen, von denen keine Erhebungen vor der 10. Woche *post partum* gemacht wurden). Diese vier Zeitabschnitte während der Laktation wurden gewählt, da zwischen diesen oft grosse Differenzen bestehen, die mit der Energiebilanz der Tiere zusammenhängen.

Die BCS-Beurteilung wurde nach der Methode von FERGUSON et al., 1994 durchgeführt: Die Fettauflage auf und über dem grossen Umdreher des Oberschenkelknochens (*Trochanter major*), auf den Hüfthöckern (*Tubor coxae*), den Sitzbeinhöckern (*Tubor ischiadicum*), dem breiten Beckenband (*Ligamentum sacrotuberale latum*), dem Sakralband (*Ligamentum sacrospinale*) sowie auf den Querfortsätzen der Wirbelsäule (*Processi transversi*) wurden visuell und tastend geschätzt und benotet (siehe Anleitung im Anhang 3). Die Körperkonditionsbeurteilung wurde immer von der gleichen Person durchgeführt. Bei den regelmässigen BCS-Beurteilungen (15 bis 16 Mal) waren insgesamt 44 Tiere der Herde dabei, bei den Erhebungen zu den 4 Laktationszeitpunkten waren insgesamt 34 Tiere der Herde dabei.

2.4.5. Methodik zur Beurteilung des Temperaments

Die in der Literatur beschriebenen Methoden zur Beurteilung des Temperaments von Milchkühen (siehe Kap. 1.5.5.) konnten in diesem Projekt nicht direkt übernommen werden: eine Beurteilung der Tiere während des Melkens (gemäss SULLIVAN & BURNSIDE, 1988) war nicht sinnvoll, da eine Unterscheidung zwischen temperament- und schmerzbedingter (wegen Mastitis) Nervosität nicht immer möglich ist. In dieser Arbeit sollte aber das Temperament möglichst unabhängig von Krankheiten oder Schmerzen erfasst werden, um es später zu der Krankheitsanfälligkeit der Tiere in Beziehung setzen zu können. Die Aggressivität am Fressgitter (gemäss SULLIVAN & BURNSIDE, 1988) ist im Anbindestall mit den relativ breiten Fressplätzen und der ansonsten geringen Bewegungsfreiheit der Tiere nur selten zu beobachten; deshalb war auch diese Methode für die vorliegende Arbeit nicht brauchbar.

Die Methode der Fluchtdistanzmessung nach WAIBLINGER (1996) brachte in Vorversuchen in der Beobachtungsherde (auf der Weide und am Fressgitter) keine brauchbaren Resultate, weil sich fast alle Tiere am Kopf streicheln oder berühren liessen; der zutrauliche Herdencharakter zeigte sich mit dieser Methode deutlich, jedoch keine individuellen Unterschiede im Temperament.

Die Methode der Herzschlagfrequenzmessungen nach WAIBLINGER et al. (2000) wurde für diese Arbeit verworfen, da für eine Beurteilung von 50 Tieren mit zwei Geräten bei jeweils einer halben Stunde Angewöhnungszeit vor jeder Messung und jeweils einer Viertelstunde Testzeit nur jeweils ca. ein Drittel der Tiere zwischen den Fresszeiten im Stall hätte gemessen werden können. Diese Messungen über mehrere Tage durchzuführen, wurde als nicht sinnvoll angesehen, da die täglich wechselnden Umweltbedingungen (z.B. Klima, Qualität der Weide, Herdenstruktur) die Reaktionen der Tiere beeinflussen können.

Die Methode der Messung von Cortisolwerten im Speichel oder im Blut wurde ebenfalls verworfen, weil nicht bei einer genügenden Anzahl Tiere gleichzeitig ein Test mit einer Speichelentnahme durchgeführt werden konnte. Die Cortisolwerte unterliegen aber erheblichen Tagesschwankungen und sollten deshalb möglichst zeitnah erhoben werden, wenn sie zwischen den Tieren vergleichbar sein sollen. Dies war bei 50 Tieren und zwei bis drei Testpersonen nicht möglich.

Die Befragung des Tierbetreuers nach dem Temperament der Tiere (gemäss JUGA, 1996) konnte durchgeführt werden: Der Melker wurde nach dem Temperament der einzelnen Kühe

befragt: er musste sie möglichst spontan (aufgrund seiner Erfahrung mit den Tieren) auf einer Skala von 1-5 (nervös bis ruhig) einordnen. Diese Befragung wurde erst nach den im Folgenden beschriebenen Temperamentsbeurteilungen durchgeführt, aber ohne dass der Melker diese kannte.

Für die Beurteilung des Temperaments wurde eine eigene Methode entwickelt, um den Charakter der Tiere möglichst genau, schnell und vergleichbar zu erfassen: Das Temperament jeder einzelnen Kuh wurde aufgrund ihrer Reaktionen auf das „Gestriegeltwerden“ durch eine ihr fremde Person (eine Projektmitarbeiterin) erfasst. Die Kühe der Beobachtungsherde waren es gewohnt, täglich von ihnen bekannten Personen gestriegelt zu werden. Wurden sie durch eine fremde Person gestriegelt, so entstand für die Tiere eine ungewohnte Situation in einer dennoch bekannten Umgebung und bei einer bekannten Tätigkeit. Eine solche Situation war der von GRANDIN, 1998 beschriebenen für das Tier unbekanntem Testsituation im „squeeze chute“ zwar ähnlich, nur weniger aufwändig und für das Tier weniger ungewohnt.

Die Tiere wurden jeweils während 2 Minuten zunächst mit dem Striegel und dann mit der Bürste geputzt. Dabei wurde immer genau gleich vorgegangen: Auf der linken Seite des Tieres wurde am Rücken mit dem Striegeln begonnen, dann wurden der Hüftbereich und das Hinterteil gestriegelt und zuletzt die Hinterbeine; ab dem Kniegelenk nach unten wurde nur mit der Bürste und nicht mit dem Striegel gearbeitet. Anschliessend wurde in der gleichen Reihenfolge die rechte Seite des Tieres geputzt. Unmittelbar danach wurden die Reaktionen des Tieres von der striegelnden Person benotet und festgehalten. Anhand einer Skala von 1= sehr nervös bis 5= ruhig (in Anlehnung an JUGA, 1996) wurden die Reaktionen der Tiere auf das „Gestriegeltwerden“ beurteilt. Die in der Tabelle 8 aufgeführten Verhaltensweisen dienten als Kriterien für die Beurteilung des Temperamentes (die Hauptkriterien, die eintreten **mussten**, damit das Tier die entsprechende Note erhielt, sind fett gedruckt).

Tab. 8: Kriterien für die Beurteilung des Temperaments der Kühe während des Gestriegeltwerdens

Note	Kriterien (Hauptkriterien fett gedruckt)
1	sehr nervös: die Kuh trippelt herum beim „Gestriegeltwerden“, egal an welcher Körperstelle sie geputzt wird und schlägt aus . Sie wirft den Kopf herum und / oder wedelt stark mit dem Schwanz. Sie bewegt sich ruckartig und kotet (aus Angst) ab .
2	nervös: die Kuh trippelt herum beim „Gestriegeltwerden“, egal an welcher Körperstelle sie geputzt wird und schlägt aus . Sie wirft den Kopf herum und / oder wedelt stark mit dem Schwanz. Sie bewegt sich ruckartig .
3	etwas nervös: die Kuh bewegt sich beim „Gestriegeltwerden“, aber nicht ruckartig . Sie hebt den Fuss, aber schlägt nicht aus . Sie steht mit aufmerksamem Blick da oder schaut nach hinten zur striegelnden Person.
4	ziemlich ruhig: die Kuh steht still da beim „Gestriegeltwerden“, bewegt sich nur etwas, wenn die Beine geputzt werden . Sie ist aufmerksam.
5	ruhig: die Kuh steht still da beim „Gestriegeltwerden“, auch wenn die Beine geputzt werden . Sie lässt sich gar nicht aus der Ruhe bringen, ist aber aufmerksam.

Diese Temperamentsbeobachtungen (= TEMP) wurden bei allen Kühen der Herde immer zwischen 15 und 17 Uhr im Stall durchgeführt, wenn die Tiere angebunden und am Fressen waren. Die Beobachtungen wurden an fünf Tagen innerhalb eines Monats durchgeführt (nämlich am 15.10.2002., am 23.10.2002, am 31.10.2002, am 07.11.2002 und am 14.11.2002). Die Beobachtungen wurden von zwei Personen abwechselungsweise durchgeführt. An jedem Beobachtungstag führte jeweils eine Person die Beobachtungen aller Tiere durch. Davor war in mehreren Übungsdurchgängen ein Abgleich der Beobachterinnen beim Striegeln und beim Beurteilen des Tierverhaltens durchgeführt worden. Die spontane Beurteilung der Tiere durch den Melker wurde verglichen mit den fünf Beobachtungen der beiden Beobachterinnen, um zu überprüfen, ob die Beurteilung der Tiere mit der oben beschriebenen Methode der Erfahrung des Praktikers entsprach. Drei der fünf Beobachtungen waren signifikant mit der Beurteilung des Melkers korreliert ($r_s = 0.443 - 0.554$; $n = 34$; $p < 0.01$), eine zeigte die Tendenz einer Korrelation ($r_s = 0.306$; $n = 34$; $p = 0.079$) und eine war nicht korreliert. Daraus wurde geschlossen, dass sich die Methode für eine plausible Beurteilung der Tiere eignet. Insgesamt wurden für 41 Tiere der Herde fünf Temperamentsbeobachtungen durchgeführt. (Darunter waren alle 34 Tiere, die auch bei allen BCS-Beobachtungen dabei waren.)

2.4.6. Methoden zur Erfassung der Krankheiten der Tiere

Die Krankheiten aller Tiere der Beobachtungsherde wurden über den ganzen Zeitraum, in dem auch die Tierbeobachtungen stattfanden (13 Monate vom 01.12.2001 bis 31.12.2002) aufgrund der Tierarztrechnungen und des Behandlungsjournals²⁸ des Tierhalters direkt und

²⁸Das Behandlungsjournal ist ein für biologische Betriebe in der Schweiz seit 2001 obligatorisch auszufüllendes und von zertifizierter Stelle kontrolliertes Dokument zur Erfassung der Krankheiten und Therapien der Tiere. Während der Anwesenheit auf dem Betrieb wurden die Einträge im Behandlungsjournal auch von den Projektmitarbeiterinnen aufgrund der eigenen Beobachtungen zur Tiergesundheit regelmässig kontrolliert und für korrekt befunden.

aufgrund der monatlichen Milchleistungsprüfungsergebnisse (MLP-Daten) und der Kalbedaten indirekt erfasst (siehe dazu auch IVEMEYER et al., 2003). Die Daten des Behandlungsjournals und der Tierarztrechnungen wurden verglichen und als sehr gut übereinstimmend befunden. In Anlehnung an TIMMERMANN et al. (2005) (siehe Kap. 1.5.6.) wurde für jedes Tier ein Gesundheitsindex (GI) berechnet, in den alle Krankheiten gewichtet einbezogen wurden. Aufgrund der unterschiedlichen Belastung der Tiere wurden alle akuten Erkrankungen doppelt gezählt und alle subklinischen einfach. Daraus ergab sich die folgende Formel für den Gesundheitsindex (die Art der Erfassung der einzelnen Krankheiten wird in den folgenden Kapiteln 2.4.6.1. bis 2.4.6.4. erläutert):

15 - 1x subklinische Mastitis - 1x subklinische Fruchtbarkeitsstörungen - 2x klinische Mastitis - 2x (klinische Erkrankungen des Reproduktionstraktes + Abkalbprobleme) - 2x klinische Erkrankungen des Verdauungs- und Stoffwechselsystems - 2x klinische Erkrankungen der Klauen.

Zusätzlich wurde ein separater Eutergesundheitsindex (EGI) berechnet (siehe Kap. 2.4.6.1.).

2.4.6.1. Mastitis

Ein Mastitisfall wurde gemäss der IDF-Definition ab einer Zellzahl in der Milch von 100'000/ml auf der Basis des Eutergesamtgemelkes definiert. Zwischen unspezifischer Mastitis und spezifischer Mastitis wurde nicht unterschieden. Alle MLP-Daten der Tiere ab dem 21. Tag nach der Geburt (*Puerperium*) wurden ausgewertet. Jede Zellzahlmessung, die über 100'000/ml lag und die - gemäss Behandlungsjournal und Tierarztrechnungen - nicht mit einer klinischen Mastitis in einem Zusammenhang stand, wurde als ein Fall einer subklinischen Mastitis gezählt. Zusätzlich wurden alle im Behandlungsjournal und / oder auf einer Tierarztrechnung festgehaltenen Fälle von akuten Mastitiden für jedes Tier erfasst. Diese akuten Fälle wurden doppelt gezählt. Weil Mastitis die häufigste, am stärksten belastende Krankheit in der Herde war, wurde zusätzlich für jede Kuh ein Eutergesundheitsindex (EGI) berechnet, nach der Formel:

15 - 1x monatliche Zellzahlwerte >100'000 - 2x Anzahl klinische Mastitiden

2.4.6.2. Verdauungs- und Stoffwechselprobleme

Die klinischen Erkrankungen Azetonämie (= Ketose), Labmagenverlagerung und Gebärparese wurden erfasst. Die Informationen dazu wurden den Tierarztrechnungen und dem Behandlungsjournal entnommen. Die subklinischen Ketosen konnten aufgrund des vorliegen-

den Datenmaterials nicht ermittelt werden, denn die in der Literatur beschriebenen Zusammenhänge zwischen Milchhaltsstoffen und subklinischer Ketose (gemessen anhand der Ketonkörper in der Milch und im Blut) wurden in den Voruntersuchungen in der Beobachtungsherde nicht gefunden und erlaubten deshalb eine entsprechende Diagnosestellung von subklinischer Ketose anhand der Milchhaltsstoffe nicht (IVEMEYER et al., 2003). Nur die klinischen Fälle von Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen wurden in den Gesundheitsindex (GI) einbezogen.

2.4.6.3. Fruchtbarkeitsstörungen und Abkalbprobleme

Die Informationen zu den klinischen Fruchtbarkeitsproblemen und -erkrankungen (Nachgeburtsverhaltung, Gebärmutterentzündung, Scheidenentzündung, Eierstocksysten, Störungen des ovariellen Zyklus und Abkalbeschwierigkeiten) wurden ausschliesslich den Tierarztrechnungen entnommen, da die Behandlungen dieser Krankheiten immer durch den Tierarzt erfolgten. Für den Einbezug subklinischer Fruchtbarkeitsprobleme wurde die Länge der Günstzeit in die Auswertungen einbezogen. Der Grenzwert wurde gemäss Literaturangaben (siehe Kapitel 1.5.6.3.) bei 105 Tagen festgelegt (im Wissen, dass der verantwortliche Landwirt kürzere Günstzeiten vorzog, diese also nicht absichtlich verlängerte). Wenn eine Kuh diesen Grenzwert überschritten hatte, ohne trächtig zu sein, wurde dies als ein „Krankheitsfall“ gewertet. Weitere 30 Tage ohne erfolgreiche Belegung wurden als zusätzlicher „Krankheitsfall“ gewertet usw. Ein Besamungsindex wurde nicht berücksichtigt, da die Anzahl der Belegungen unsicher war, denn der Stier lief immer in der Herde mit und die Belegungen der Kühe erfolgten ausschliesslich durch den Stier. Es wurden regelmässig Trächtigkeitsuntersuchungen durch den Hoftierarzt durchgeführt. Die subklinischen und die klinischen Fälle von Fruchtbarkeitsstörungen wurden in den Gesundheitsindex (GI) einbezogen.

2.4.6.4. Klauenerkrankungen

Es wurden nur klinische Klauenerkrankungen, die nicht unfallbedingt waren, erfasst. Die Klauenerkrankungen wurden hauptsächlich durch den Betriebsleiter und teilweise auch durch den Tierarzt behandelt. Sie wurden aus dem Behandlungsjournal und aus den Tierarztrechnungen ermittelt. Es wurde jede Erkrankung jeder einzelnen Klaue gezählt. Ein neuer Fall wurde jeweils dann definiert, wenn zuvor mindestens 30 Tage keine klinischen Symptome an der gleichen Klaue vermerkt waren (gemäss KELTON et al., 1998). Alle klinischen Fälle von Klauenerkrankungen wurden in den Gesundheitsindex (GI) einbezogen.

2.4.7. Die Co-Faktoren

Da auch tierindividuelle physiologische Faktoren einen Einfluss auf die beobachteten Parameter haben können und diese nicht so konstant gehalten werden können wie die Umweltbedingungen, war eine Untersuchung dieser möglichen Einflüsse auf die beobachteten Eigenschaften nötig. Deshalb wurden die folgenden Co-Faktoren auf Einzeltierebene erfasst: das Alter (in Monaten) zur Zeit der Beobachtungen (= ALTER), die Laktationsnummer zur Zeit der Beobachtungen (= LAKTNR), das Laktationsstadium in Laktationstagen zur Zeit der Beobachtungen (= LAKTST), die Milchleistung in Kilogramm: sowohl die Jahresmilchleistung (= Standardlaktation oder 305-Tageleistung des Jahres 2002 = MILCHJ) wie auch die Tagesmilchleistung zur Zeit der Beobachtungen, berechnet als Mittelwert der beiden Milchleistungsprüfungsergebnisse (MLP) von zwei aufeinanderfolgenden Monaten im Beobachtungszeitraum (= MILCHTG) und das Gewicht der Tiere in Kilogramm (= GEWICHT). Alle entsprechenden Daten, bis auf das Gewicht, konnten den Milchleistungsergebnissen (MLP-Daten) entnommen werden. Das Gewicht der Tiere wurde im August 2001 und im März 2002 mit einem Viehmessband gemessen. Das Viehmessband wurde dazu dem Tier direkt hinter den Vorderbeinen um die Brust gelegt und leicht festgezogen. Auf dem Band konnte das Gewicht direkt abgelesen werden. Die beiden Messungen wurden miteinander verglichen: es zeigte sich eine hohe Korrelation und somit eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Messungen ($r_p = 0.891$; $n = 16$, $p < 0.01$ im Projekt 1 bzw. $r_p = 0.907$; $n = 26$, $p < 0.01$ im Projekt 2). Die beiden Gewichtsmessungen korrelierten jeweils auch mit den Messungen der Grösse (Widerristhöhe) der Tiere ($r_p = 0.620$; $n = 16$; $p = 0.01$; bzw. $r_p = 0.474$; $n = 16$; $p = 0.06$ im Projekt 1 bzw. $r_p = 0.720$; $n = 26$; $p < 0.01$ bzw. $r_p = 0.718$; $n = 26$; $p < 0.01$ im Projekt 2). Diese Korrelationen zeigen, dass die Gewichtsmessungen plausibel waren und stärker von der Grösse der Tiere als von ihrem Trächtigkeits- oder Laktationsstadium abhängen (der Grund dafür ist, dass diese Messungen an der Brust und nicht am Rumpf der Tiere durchgeführt wurden). Für die weiteren Auswertungen wurde nur die Gewichtsmessung vom März 2002 verwendet, da nur von diesem Messdatum Daten aller an den Beobachtungen beteiligten Tiere vorhanden waren. Da gezeigt werden konnte, dass diese Gewichtsmessungen plausibel und wiederholbar sind, war es möglich, nur diese eine Messung zu verwenden.

2.4.8. Statistik

Die in den Projekten 1 und 2 beobachteten Parameter sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt. Die Gesundheitsindices (GI und EGI) wurden in beiden Projekten gleich verwendet. Da in dieser Studie die mittelfristige Gesundheit der Tiere interessiert und nicht

nur ein kurzfristiger Zustand, wurden die Gesundheitsindices in beiden Projekten für alle 13 Monate berechnet und nicht nur für den jeweiligen Beobachtungszeitraum.

Tab. 9: Überblick über die Parameter im Projekt 1

Beobachtete Eigenschaften	Co-Faktoren	Gesundheitsindices
WKDAUER (Dez. 2001 - Feb. 2002) WKPERD (Dez. 2001 - Feb. 2002) KS/B (Jan. - Feb. 2002) Z/KS (Jan. - Feb. 2002) ABLIEGEN (Dez. 2001 - Feb. 2002) LIEGEN (Dez. 2001 - Feb. 2002) KOT (Dez. 2001 - Feb. 2002)	ALTER (Jan. 2002) LAKTNR (Feb. 2002) LAKTST (Mitte Jan. 2002) MILCHTG (Mittelwert der MLP von Jan. und Feb. 2002) MILCHJ (305-Tageleistung 2002) GEWICHT (März 2002)	GI (Dez. 2001 - Dez. 2002) EGI (Dez. 2001 - Dez. 2002)

Tab. 10: Überblick über die Parameter im Projekt 2

Beobachtete Eigenschaften	Co-Faktoren	Gesundheitsindices
BCS (Jan. - Dez. 2002) TEMP (Okt. - Nov. 2002)	ALTER (Nov. 2002) LAKTNR (Nov. 2002) LAKTST (Anfang Nov. 2002) MILCHTG (Mittelwert der MLP von Okt. und Nov. 2002) MILCHJ (305-Tageleistung 2002) GEWICHT (März 2002)	GI (Dez. 2001 - Dez. 2002) EGI (Dez. 2001 - Dez. 2002)

2.4.8.1. Die verwendeten statistischen Tests

Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm SPSS 13.0 durchgeführt.

Alle Datensätze von allen Beobachtungen der verschiedenen Beobachtungstage wurden zunächst mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf ihre Abweichung von einer Normalverteilung geprüft, und zwar für jedes einzelne Tier (bei wiederholten Messungen) wie auch für die Gesamtheit der Daten jedes Beobachtungstages. Zudem wurden „QQ-Plots“ der Daten erstellt, um die Verteilungen grafisch zu beurteilen. Wenn keine Abweichung von einer Normalverteilung vorlag, wurde davon ausgegangen, dass die Daten normal verteilt waren. Lag eine Normalverteilung der Daten vor, so wurden der Mittelwert und die Standardabweichung aus allen Beobachtungen für jedes Tier berechnet. Diese Werte wurden für die weiteren Auswertungen verwendet. Lag keine Normalverteilung vor und war auch keine Normalverteilung durch eine Transformation der Daten zu erreichen, so wurden für jedes Tier der Median und das erste und das dritte Quartil sowie die Spannweite (englisch: „range“) aller Beobachtungen berechnet. Diese Werte wurden für die weiteren Auswertungen verwendet. Bei denjenigen Beobachtungen, die an einem Beobachtungstag mehrmals wiederholt wurden

(dies war bei den 10 Beobachtungen der Wiederkäuzyklen pro Tag und pro Tier der Fall), wurden jeweils der Mittelwert (= m) der vier Mittelwerte der vier Beobachtungstage ($4 \times 10 = 40$ Beobachtungen) sowie die Standardabweichungen (= s) der 40 Beobachtungen, wie auch die Standardabweichung der vier Mittelwerte der vier Beobachtungstage (= sm) und der Mittelwert der Standardabweichungen der vier Beobachtungstage (= ms) und die Standardabweichung der Standardabweichungen der vier Beobachtungstage (= ss) berechnet²⁹.

Wie SCHRADER (2001a) und MÜLLER (2004) für die Ermittlung der intraindividuellen Verhaltenskonsistenz bei Kühen empfehlen, wurde die Reproduzierbarkeit der Beobachtungen geprüft³⁰. Die Reproduzierbarkeit „ r “ wurde bei normal verteilten Daten jeweils nach der Formel: „ r “ = σ_i/σ_g berechnet, wobei σ_i der Varianz der gesamten Herde abzüglich des Mittelwertes aller individuellen Varianzen der Kühe und σ_g der Varianz der gesamten Herde entsprach. Bei nicht normal verteilten Daten wurde für σ anstelle der Varianz der halbe Interquartil-Bereich in Prozent des Medians eingesetzt. Zusätzlich wurden jeweils zweiseitige Korrelationen nach Pearson (r_p) bei normal verteilten und intervallskalierten Daten und zweiseitige Rangkorrelationen nach Spearman (r_s) bei nicht normal verteilten und / oder ordinalskalierten Daten zwischen den Beobachtungen der verschiedenen Beobachtungstage berechnet. (Bei den Parametern des Wiederkäuzyklus wurden für diese Korrelationen jeweils die Mittelwerte der 10 Beobachtungen der vier Beobachtungstage verwendet). Sind diese Korrelationen signifikant, so kann gemäss SCHRADER (2001a) das individuelle Verhalten der Tiere als konsistent bezeichnet werden. Entsprechend muss die anhand der Formel σ_i/σ_g berechnete Reproduzierbarkeit im Bereich signifikanter Korrelationen liegen, wenn die individuellen Eigenschaften der Tiere als konsistent bezeichnet werden sollen.

Um Beziehungen zwischen den beobachteten Eigenschaften und der Gesundheit der Tiere zu ermitteln, wurde nach Korrelationen zwischen den beobachteten Eigenschaften und den Gesundheitsindices gesucht. Dafür wurden jeweils die Mittelwerte und die Standardabweichungen oder die Mediane, die Quartile und die Spannweiten der beobachteten Parameter verwendet (bei den Parametern des Wiederkäuzyklus wurden zusätzlich jeweils die Werte „ sm “, „ ms “ und „ ss “ dafür verwendet). Es wurden jeweils zweiseitige Korrelationen nach

²⁹Die Werte dieser Parameter zeigten alle keine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung.

³⁰Diese Berechnungen zur Reproduzierbarkeit wurden für die Beobachtungen aller Verhaltensparameter und der Kotbeschaffenheit durchgeführt, aber nicht für die Beobachtungen der Körperkondition der Kühe (BCS), da bei diesem Parameter der Verlauf während eines Jahres wichtig ist. Um die Reproduzierbarkeit dieses Verlaufes zu beurteilen, müssten über mehrere Jahre (Laktationen) die BCS-Beurteilungen in gleicher Art durchgeführt werden.

Pearson bei normal verteilten, intervallskalierten Daten und zweiseitige Rangkorrelationen nach Spearman bei nicht normal verteilten und / oder ordinalskalierten Daten berechnet. Die Beziehungen der Co-Faktoren zu den beobachteten Parametern und zu den Gesundheitsindices sowie die Beziehungen der beobachteten Eigenschaften untereinander wurden ebenfalls mittels zweiseitiger Korrelationen (nach Pearson oder Spearman) untersucht. Um sowohl die beobachteten Parameter als auch die Co-Faktoren gleichzeitig und unter Einbezug ihrer gegenseitigen Beziehungen in die Auswertungen integrieren zu können, wurden multiple lineare Regressionsanalysen vorwärts schrittweise durchgeführt. Die Gesundheitsindices wurden jeweils als abhängige Variablen und die beobachteten Eigenschaften sowie die Co-Faktoren als unabhängige Variablen eingesetzt. Direkt voneinander abhängige, aus anderen Variablen errechnete Variablen wurden nicht in die Regressionsanalysen einbezogen. Es wurde jeweils eine Kollinearitätsstatistik durchgeführt, um zu ermitteln, ob einzelne Variablen infolge hoher Korrelationen zu anderen nicht in die Regressionsmodelle einbezogen werden konnten. Dafür wurden die Variationsinflationfaktoren (VIF-Werte) für jede unabhängige Variable berechnet. Nur Variablen mit einem VIF-Wert < 4 wurden in das Modell einbezogen. Mit der schrittweisen linearen Regressionsanalyse konnte ermittelt werden, welcher Anteil der Varianz des Gesundheitsindex (bzw. der mittelfristigen Gesundheit) der Tiere durch die beobachteten Parameter erklärt werden kann, und zwar mit dem nachfolgenden Modell:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \text{ wobei gilt:}$$

$y =$ die abhängige Variable Gesundheitsindex (GI oder EGI),
 $a =$ Konstante
 $x_1 - x_n =$ die unabhängigen Variablen (beobachtete Parameter und Co-Faktoren)
 $b_1 - b_n =$ Regressionskoeffizienten für die Variablen 1 bis n.

In den Ergebnissen der Untersuchungen werden die Irrtumswahrscheinlichkeiten wie folgt gekennzeichnet:

- *** = signifikant bei $p < 0.001$
- ** = signifikant bei $p < 0.01$
- * = signifikant bei $p < 0.05$
- + = tendenziell bei $p < 0.10$
- n.s. = nicht signifikant, $p \geq 0.10$

3. Ergebnisse

3.1. Ergebnisse zum Projekt 1: Wiederkäuerverhalten, Liege- und Abliegeverhalten, Kotbeschaffenheit und deren Beziehung zur Tiergesundheit

Ein vollständiger Datensatz von allen Beobachtungen aller im Projekt 1 beobachteten Parameter lag von 27 Tieren vor. Die Daten von allen beobachteten Parametern zeigten bei allen Tieren und allen Beobachtungen keine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für Abweichung von einer Normalverteilung: $p > 0.10$). Alle Daten der Co-Faktoren wie auch des Gesundheitsindex und des Eutergesundheitsindex zeigten ebenfalls keine Abweichung von einer Normalverteilung. In der Tabelle 11 ist ein Überblick über alle Variablen, die aus den Daten der beobachteten Parameter im Projekt 1 berechnet wurden, dargestellt.

Tab. 11: Überblick über die Variablen im Projekt 1 (siehe auch Tab. 9)

Zeit- raum	Anz. Tiere	Aus den beobachteten Parametern abgeleitete Variablen	Anzahl Beobach- tungen	Aus den Co-Faktoren abgeleitete Variablen	Gesund- heits- indices
Dez. 2001 bis Feb. 2002	27	x ₁ : WKDAUER(m) x ₂ : WKDAUER(s) x ₃ : WKPERD(m) x ₄ : WKPERD(s) x ₅ : KS/B(m) x ₆ : KS/B(s) x ₇ : KS/B(ms) x ₈ : KS/B(sm) x ₉ : KS/B(ss) x ₁₀ : Z/KS(m) x ₁₁ : Z/KS(s) x ₁₂ : Z/KS(ms) x ₁₃ : Z/KS(sm) x ₁₄ : Z/KS(ss) x ₁₅ : ABLIEGEN(m) x ₁₆ : ABLIEGEN(s) x ₁₇ : LIEGEN(m) x ₁₈ : LIEGEN(s) x ₁₉ : KOT(m) x ₂₀ : KOT(s)	6 6 6x n* 6x n* 4x 10 4x 10 4 4 4 4x 10 4x 10 4 4 4 6 6 6x n* 6x n* 5 5	x ₂₁ : ALTER x ₂₂ : LAKTNR x ₂₃ : LAKTST x ₂₄ : MILCHTG x ₂₅ : MILCHJ x ₂₆ : GEWICHT	y ₁ : GI y ₂ : EGI

* Die Tiere führen nicht immer gleich viele Wiederkäuperioden und Liegeperioden pro Tag durch.

3.1.1. Ergebnisse zum Wiederkäuerverhalten

3.1.1.1. Deskriptive Statistik

Die durchschnittliche Wiederkäudauer pro „Tag“ (= WKDAUER) von allen sechs Beobachtungstagen und aller 27 Tiere betrug 527 Minuten pro Tag, bei einer durchschnittlichen Standardabweichung von 40.7 Minuten (die entsprechenden Werte der einzelnen Tiere sind in Abb. 2 dargestellt). Die mittlere Dauer einer Wiederkäuperiode (= WKPERD) von allen sechs Beobachtungstagen und aller 27 Tiere betrug 42.7 Minuten, bei einer durch-

schnittlichen Standardabweichung von 7.6 Minuten (die entsprechenden Werte der einzelnen Tiere sind in Abb. 3 dargestellt).

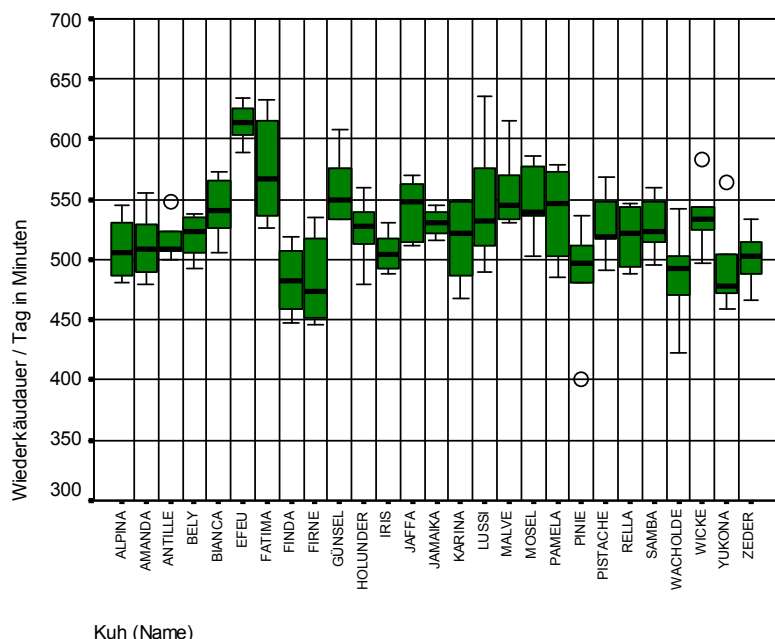


Abb. 2: Wiederkäudauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen sowie Ausreisser (O) von n= 6 Beobachtungstagen (diese Werte stehen auch in Tab. 12 im Anhang 4).

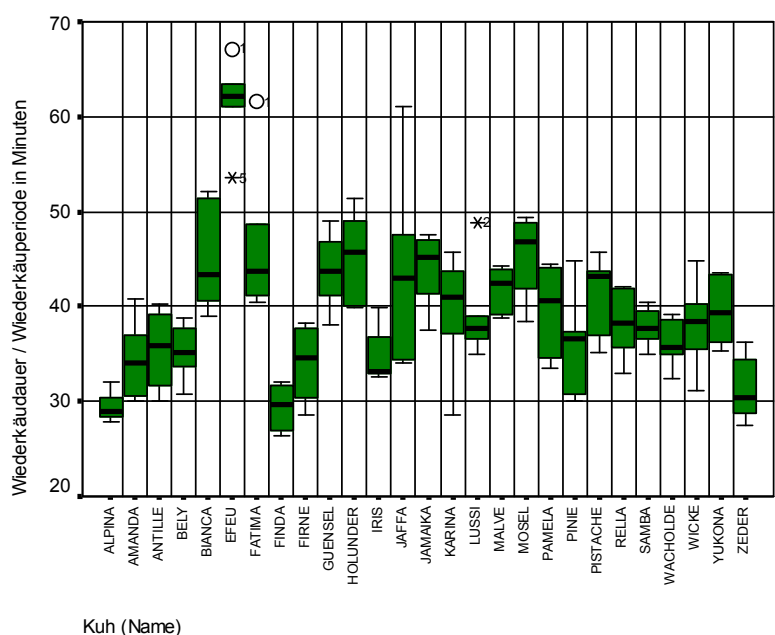


Abb. 3: Wiederkäuperiodendauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen sowie Extremwerte (*) und Ausreisser (O) von n= 6 Beobachtungstagen (diese Werte stehen in Tab. 12 im Anhang 4).

Die 27 Tiere käuerten in den 4 x 10 Beobachtungen mit durchschnittlich 59.8 Kieferschlägen pro Bissen (= KS/B), bei einer durchschnittlichen Standardabweichung von 7.2 und mit einer durchschnittlichen Kaugeschwindigkeit von 0.84 Sekunden pro Kieferschlag (= Z/KS), bei

einer durchschnittlichen Standardabweichung von 0.04 Sekunden wieder (die entsprechenden Werte der einzelnen Tiere sind in den Abb. 4 und 5 dargestellt)

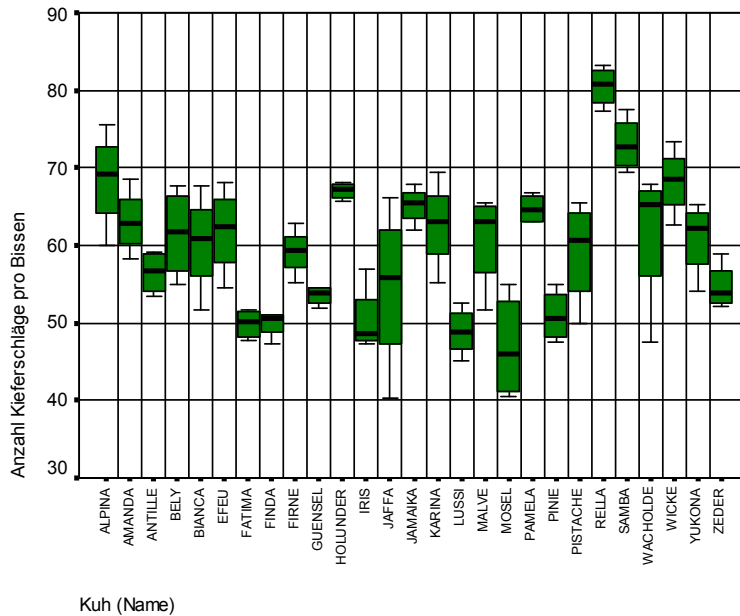


Abb. 4: Anzahl Kieferschläge pro Bissen der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen von $n=4$ Beobachtungstagen (diese Werte sowie die Werte für $ks/b(sm)$, $ks/b(ms)$ und $ks/b(ss)$ stehen in Tab. 13 im Anhang 4).

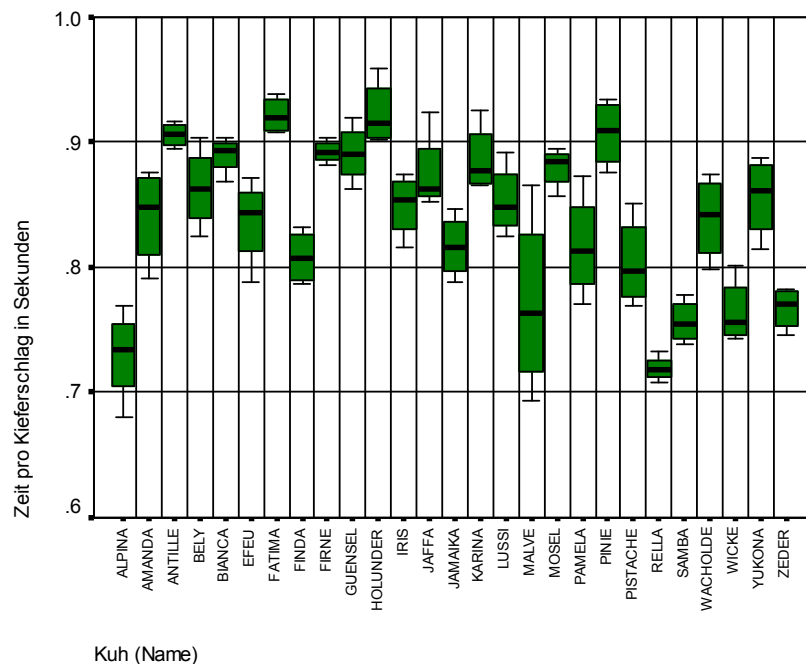


Abb. 5: Zeit pro Kieferschlag (Kaugeschwindigkeit) der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen von $n=4$ Beobachtungstagen (diese Werte sowie die Werte für $z/ks(sm)$, $z/ks(ms)$ und $z/ks(ss)$ stehen auch in Tab. 13 im Anhang 4).

3.1.1.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz des Wiederkäuperhaltens

Die Reproduzierbarkeit der Beobachtungen war bei allen Wiederkäuparametern gut: Beim Parameter „durchschnittliche Dauer einer Wiederkäuperiode“ (WKPERD) lag die Reproduzierbarkeit bei $r = 0.64$ ($p < 0.001$). Alle sechs Beobachtungen waren jeweils signifikant miteinander korreliert ($r_p = 0.54$ bis 0.82 ; $n = 27$; $p < 0.01$). Bei der Wiederkäudauer pro „Tag“ (WKDAUER) lag die Reproduzierbarkeit bei $r = 0.43$ ($p < 0.05$). Die Beobachtung des zweiten „Tages“ war nicht mit jener des ersten, des dritten, des fünften und des sechsten „Tages“ korreliert und diejenige des ersten „Tages“ war nicht mit jener des sechsten „Tages“ korreliert ($r_p = 0.280$ bis 0.379 ; $n = 27$; $p > 0.05$). Alle anderen Beobachtungen waren signifikant miteinander korreliert ($r_p = 0.395$ bis 0.607 ; $n = 27$; $p < 0.05$). Der Grund für die Unterschiede am zweiten „Tag“ konnte nicht eruiert werden (das Futter war gleich wie am ersten „Tag“).

Die Reproduzierbarkeit des Parameters „Kieferschläge pro Bissen“ (KS/B) lag bei $r = 0.68$ ($p < 0.001$) und jene des Parameters „Zeit pro Kieferschlag“ (Z/KS) lag bei $r = 0.77$ ($p < 0.001$). Alle vier Beobachtungen der beiden Parameter waren jeweils ausnahmslos miteinander korreliert (KS/B: $r_p = 0.568$ bis 0.808 ; $n = 27$, $p < 0.01$; Z/KS: $r_p = 0.717$ bis 0.845 ; $n = 27$; $p < 0.01$).

Diese Ergebnisse zeigen, dass die einzelne Kuh ihre Wiederkäutätigkeit jeweils an verschiedenen Tagen, bei teilweise wechselnder Fütterung ähnlich durchführte: das Verhalten war individuell konsistent. Die Reproduzierbarkeit lag deutlich höher bei den Parametern des Wiederkäuzyklus als bei den Parametern „mittlere Dauer einer Wiederkäuperiode“ und „Wiederkäudauer pro Tag“³¹.

3.1.2. Ergebnisse zum Liegeverhalten

3.1.2.1. Deskriptive Statistik

Die mittlere „Liegedauer pro Tag“ (= LIEGEN) von allen sechs Beobachtungstagen und aller 27 Tiere betrug 675 Minuten, bei einer durchschnittlichen Standardabweichung von 71.3 Minuten (die Werte der einzelnen Tiere sind in Abb. 6 zu sehen).

³¹Vergleichbare Ergebnisse hatten sich auch in den mit denselben Beobachtungsmethoden durchgeführten Wiederkäubeobachtungen in einer anderen Herde, die 2002 im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt worden waren, gezeigt (IVEMEYER, 2002).

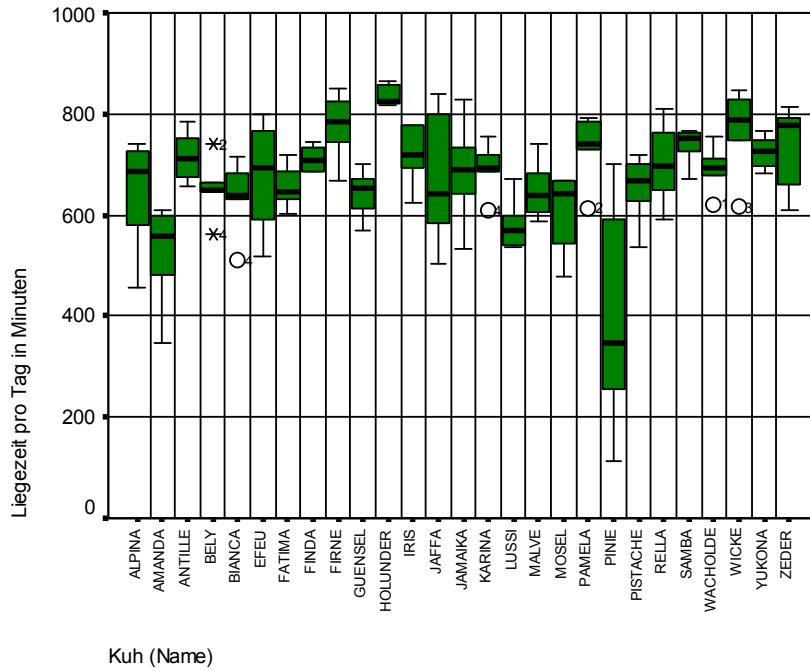


Abb. 6: Liegedauer der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen sowie Extremwerte (*) und Ausreisser (O) von n = 6 Beobachtungstagen (diese Werte stehen auch in Tab. 14 im Anhang 4).

Die durchschnittliche „Anzahl Abliegevorgänge pro Tag“ (= ABLIEGEN) aller sechs Beobachtungstage und aller 27 Tiere betrug 11.5, bei einer durchschnittlichen Standardabweichung von 3.0 (die Werte der einzelnen Tiere sind in Abb. 7 zu sehen).

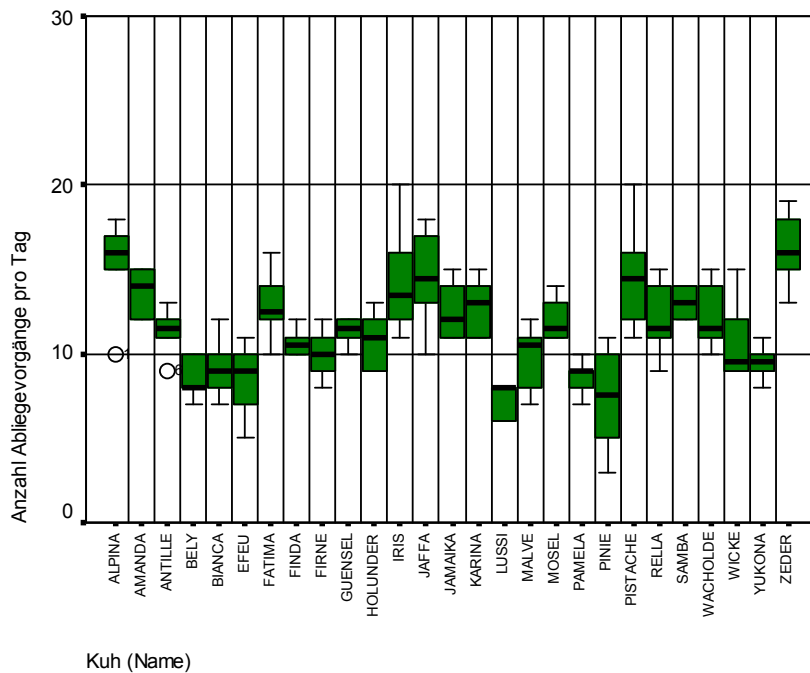


Abb. 7: Anzahl Abliegevorgänge pro Tag der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen Ausreisser (O) von n = 6 Beobachtungstagen (diese Werte stehen auch in Tab. 14 im Anhang 4).

3.1.2.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz des Liegeverhaltens

Die Reproduzierbarkeit der Liegedauer lag bei $r = 0.47$ ($p < 0.05$). Die Beobachtungen des sechsten Beobachtungstages zum Parameter LIEGEN waren nicht mit denjenigen des ersten, des zweiten und des dritten Beobachtungstages und die Beobachtungen des fünften Beobachtungstages waren nicht mit denjenigen des zweiten Beobachtungstages korreliert ($r_p = 0.040$ bis 0.370 ; $n = 27$; $p > 0.05$ bis $p > 0.1$). Alle anderen Beobachtungen waren signifikant miteinander korreliert ($r_p = 0.428$ bis 0.809 ; $n = 27$; $p < 0.05$).

Die Reproduzierbarkeit der Anzahl Abliegevorgänge lag bei $r = 0.56$ ($p < 0.01$). Beim Parameter ABLIEGEN korrelierten nur die Beobachtungen des ersten und des vierten Beobachtungstages nicht miteinander ($r_p = 0.272$; $n = 27$; $p > 0.1$), sonst waren alle miteinander korreliert ($r_p = 0.419$ bis 0.769 ; $n = 27$; $p < 0.05$). Aus der berechneten Reproduzierbarkeit lässt sich ableiten, dass die Anzahl der Abliegevorgänge individuell konsistenter durchgeführt wurde als die Liegedauer. Insgesamt war das Liegeverhalten der Tiere konsistent.

3.1.3. Ergebnisse zur Kotbeurteilung

3.1.3.1. Deskriptive Statistik

Die durchschnittliche Note für die Kotbeschaffenheit (= KOT) aller fünf Beobachtungstage und aller 27 Tiere betrug im Schnitt 10.1 (auf einer Skala von 4 bis 12.5; siehe Kapitel 2.4.3.), bei einer durchschnittlichen Standardabweichung von 1.03 (die Werte der einzelnen Tiere sind in Abb. 8 zu sehen).

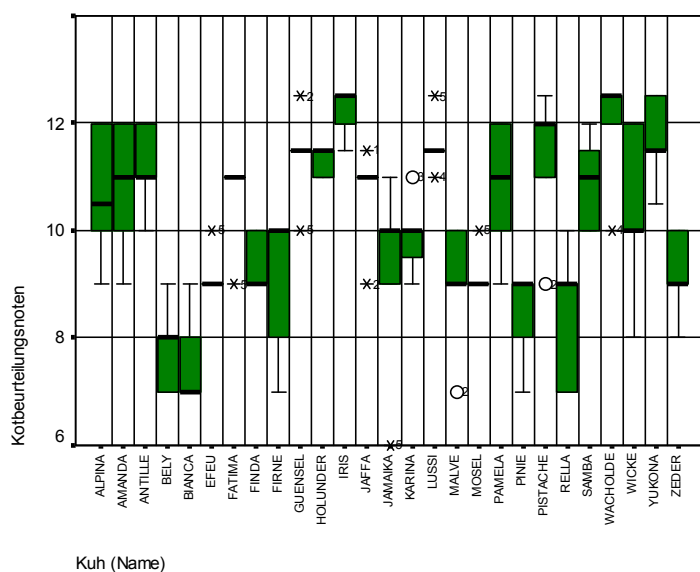


Abb. 8: Kotbeurteilungsnoten der einzelnen Kühe (alphabetisch geordnet): Mittelwerte (schwarze Querbalken), 25% und 75% Quartile (Balken) und Standardabweichungen sowie Extremwerte (*) und Ausreisser (O) von $n = 5$ Beobachtungstagen (diese Werte stehen auch in Tab. 15 im Anhang 4).

3.1.3.2. Reproduzierbarkeit und individuelle Konsistenz der Kotbeschaffenheit

Die Reproduzierbarkeit lag bei der Kotbeschaffenheit bei $r= 0.57$ ($p< 0.01$). Alle fünf Beobachtungen der Kotbeurteilung waren signifikant miteinander korreliert ($r_s= 0.449$ bis 0.754 ; $n= 27$; $p< 0.05$). Daraus lässt sich ableiten, dass die Kotbeschaffenheit der Tiere an den verschiedenen Tagen individuell konsistent war.

3.1.4. Die Co-Faktoren im Projekt 1

3.1.4.1. Deskriptive Statistik

Die Werte der fünf Co-Faktoren, die in die weiteren Berechnungen im Projekt 1 einbezogen wurden, finden sich in Tab. 16.

Tab. 16: Werte der sechs Co-Faktoren jedes einzelnen Tieres im Projekt 1

Name	ALTER Monate	LAKTNR	LAKTST Tage	MILCHJ Kg	MILCHTG Kg	GEWICHT Kg
Alpina	30.3	2	56	4893	19.3	465
Amanda	76.4	5	30	4826	22.7	670
Antille	68.1	4	160	4709	13.9	702
Bely	48.9	2	173	5517	15.7	750
Bianca	98.1	6	190	5760	10.7	660
Efeu	42.8	3	57	5270	19.8	600
Fatima	67.8	3	421	6378	8.9	740
Finda	49.4	3	156	5094	17.5	580
Firne	76.6	4	105	5493	20.0	640
Günsel	42.0	2	127	4933	15.6	560
Holunder	50.6	2	330	6877	13.0	680
Iris	42.0	2	15	5769	28.8	610
Jaffa	54.0	3	13	5520	23.8	660
Jamaika	53.8	4	59	5763	21.9	620
Karina	51.2	3	46	5730	23.1	610
Lussi	103.7	7	160	4633	16.2	580
Malve	29.6	1	58	5449	19.6	570
Mosel	73.9	3	185	6183	18.1	780
Pamela	35.5	2	71	5983	23.7	640
Pinie	92.3	5	59	6341	26.5	705
Pistache	38.7	1	99	5335	17.5	590
Rella	31.6	1	78	6735	23.4	560
Samba	31.8	1	73	4414	15.9	550
Wacholder	32.8	1	76	5574	19.2	610
Wicke	31.8	1	75	4291	16.7	480
Yukona	91.5	5	366	7020	10.1	842
Zeder	34.2	1	70	4828	18.5	605

3.1.5. Die Beziehungen aller Parameter des Projektes 1 untereinander

In der Tabelle 17 (auf Seite 81) sind die Relationen³² aller Parameter des Projektes 1 zueinander dargestellt. Alle signifikanten Korrelationen werden in den nachfolgenden Kapiteln (3.1.5.1. bis 3.1.5.3.) beschrieben.

³²Zweiseitige Korrelationen nach Pearson bei allen Parametern, ausser KOT, bzw. zweiseitige Rangkorrelationen nach Spearman beim Parameter KOT

Tab. 17: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen aller Parameter des Projekts 1 untereinander

	WK-DAUER (m)	WK-DAUER (s)	WK-PERD (m)	WK-PERD (s)	KSB (m)	KSB (s)	KSB (sm)	KSB (ms)	KSB (ss)	ZKS (m)	ZKS (s)	ZKS (sm)	ZKS (ms)	ZKS (ss)	ABLIEGEN (m)	ABLIEGEN (s)	LIEGEN (m)	LIEGEN (s)	KOT (m)	KOT (s)	ALTER	LAKTNR	LAKTST	MILCHJ	MILCHTG	
WKDAUER(s)	n.s.																									
WKPERD(m)	***	n.s.																								
WKPERD(s)	***	n.s.	***																							
KSB(m)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.																						
KSB(s)	n.s.	n.s.	+	n.s.	n.s.																					
KSB(sm)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***																				
KSB(ms)	+	+	**	n.s.	n.s.	***	n.s.																			
KSB(ss)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	*																		
ZKS(m)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.																	
ZKS(s)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	*	**	**	n.s.																
ZKS(sm)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	+	**	***	n.s.	***															
ZKS(ms)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	*	+	n.s.	***	n.s.														
ZKS(ss)	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	***	n.s.	***													
ABLIEG(m)	n.s.	*_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.												
ABLIEG(s)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*											
LIEGEN(m)	n.s.	+	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.										
LIEGEN(s)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	***									
KOT(m)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.								
KOT(s)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.							
ALTER	n.s.	*	n.s.	n.s.	*_	n.s.	n.s.	+	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*_	n.s.	*_	*_	n.s.	n.s.						
LAKTNR	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*_	n.s.	*_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***				
LAKTST	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+_	n.s.	*_	n.s.	+_	*	n.s.				
MILCHJ	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**		
MILCHTG	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***_	n.s.		
GEWICHT	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*_	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	**	**	n.s.

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“

3.1.5.1. Die Beziehungen der beobachteten Parameter untereinander

Die folgenden Beziehungen zwischen den beobachteten Parametern wurden gefunden (Tab. 17): Grundsätzlich waren die verschiedenen Standardabweichungen (s , m_s und s_s) bei den beiden Parametern des Wiederkäuzyklus (KS/B und Z/KS) jeweils alle miteinander korreliert. Diese Korrelationen waren aber nicht alle gleich hoch, teilweise auch nahe an der Signifikanzgrenze. Deshalb ist es dennoch sinnvoll, mit all diesen Parametern weiter zu rechnen. In diesem Kapitel werden sie im Text jeweils zusammenfassend als „die Variation“ des jeweiligen Parameters bezeichnet und nicht mehr einzeln aufgeführt. Die folgenden signifikanten Beziehungen wurden gefunden:

Die durchschnittliche Wiederkäudauer pro „Tag“ war mit der durchschnittlichen Dauer einer Wiederkäuperiode und mit deren Variation (Standardabweichung) positiv korreliert: je länger die Wiederkäudauer war, umso länger war auch die Wiederkäuperiodendauer und umso grösser war deren Variation. Je grösser die Variation der Wiederkäudauer pro „Tag“ war, umso weniger häufig fanden Abliegevorgänge statt und umso kürzer waren in der Tendenz die Liegezeiten pro „Tag“. Je höher die durchschnittliche Wiederkäuperiodendauer war, desto höher waren die Variationen bei der Wiederkäuperiodendauer, bei der Anzahl Kieferschläge pro Bissen und bei der Kaugeschwindigkeit.

Je höher die durchschnittliche Anzahl Kieferschläge pro Bissen war, umso schneller war die durchschnittliche Kaugeschwindigkeit (oder umso kürzer die Zeit pro Kieferschlag), umso länger war die durchschnittliche Liegedauer pro „Tag“, umso höher war die Variation der Liegedauer und umso höher war die Variation bei der Kotbeschaffenheit. Je höher die Variation bei der Anzahl Kieferschläge pro Bissen war, umso höher war sie auch bei der Kaugeschwindigkeit und bei der Anzahl Abliegevorgänge. Je langsamer die Kaugeschwindigkeit war, umso geringer war die Variationsbreite bei der Kotbeschaffenheit.

Je häufiger Abliegevorgänge stattfanden, umso grösser war auch die Variationsbreite in diesem Parameter. Je länger die Liegedauer war, umso grösser war auch die Variationsbreite in diesem Parameter.

3.1.5.2. Die Beziehungen der Co-Faktoren untereinander

Die folgenden signifikanten Beziehungen der Co-Faktoren untereinander wurden gefunden (Tab. 17): Je älter die Kühe waren, desto höher war ihre Laktationsnummer. Je älter die Kühe waren und je höher ihre Laktationsnummer war, desto schwerer waren sie. Je höher die Jahresmilchleistungen der Tiere waren, umso schwerer waren sie. Je fortgeschrittener das Laktationsstadium der Tiere war, umso älter und schwerer waren sie, umso höher war die Jahresmilchleistung und umso niedriger war die Tagesmilchleistung.

3.1.5.3. Die Beziehungen der beobachteten Parameter zu den Co-Faktoren

Die folgenden signifikanten Beziehungen zwischen den beobachteten Parametern und den Co-Faktoren wurden gefunden (Tab. 17): Vor allem das Alter der Tiere hing mit mehreren der beobachteten Verhaltensparameter zusammen: Je älter die Kühe waren, umso höher war die Variationsbreite der Wiederkäudauer pro „Tag“, umso weniger Kieferschläge pro Bissen wurden ausgeführt und umso langsamer kauten die Tiere wieder, umso kürzer war ihre Liegedauer pro Tag, umso gleichmässiger (mit geringerer Standardabweichung zwischen den Beobachtungen) führten sie dieses Verhalten an verschiedenen Tagen durch und umso weniger häufig legten sie sich hin. Fast die gleichen Zusammenhänge zeigten sich zu der jeweiligen Laktationsnummer der Tiere: Kühe mit einer höheren Laktationsnummer führten weniger Kieferschläge pro Bissen aus und kauten langsamer wieder, legten sich weniger häufig hin und lagen weniger lang als Kühe mit niedrigerer Laktationsnummer.

Beim Gewicht der Tiere zeigten sich bezüglich des Wiederkäuens die gleichen Zusammenhänge zu den beobachteten Parametern wie beim Alter; diese beiden Faktoren waren auch korreliert miteinander (siehe Kap. 3.1.5.2.): Je schwerer die Tiere waren, umso weniger Kieferschläge pro Bissen führten sie durch und umso langsamer kauten sie wieder.

Zwischen dem Laktationsstadium und zwei der beobachteten Parameter zeigte sich eine Beziehung: Bei fortgeschrittenem Laktationsstadium war die durchschnittliche Wiederkäugeschwindigkeit langsamer und die Variation der Liegedauer war geringer.

Zwischen der Jahresmilchleistung (Standardlaktation) und den beobachteten Parametern zeigte sich gar kein Zusammenhang, hingegen bei der aktuellen Tagesmilchleistung gab es einen

Bezug: Je höher die Tagesmilchleistung war, umso grösser war die Variation der Anzahl Abliegevorgänge.

3.1.6. Ergebnisse zu den Gesundheitsindices im Projekt 1

Beide Gesundheitsindices (GI und EGI) zeigten keine signifikanten Abweichungen von einer Normalverteilung (Abb. 9 bis 12). Der durchschnittliche Gesundheitsindex (GI) der 27 Tiere lag bei 10.2, mit einer Standardabweichung von 3.84, der Eutergesundheitsindex (EGI) lag bei 12.48, mit einer Standardabweichung von 2.86. Der kleinste Wert lag beim Gesundheitsindex bei 0, beim Eutergesundheitsindex bei 4, der höchste Wert lag bei beiden Indices bei 15 (die Werte jeder einzelnen Kuh sind in den Abb. 13 und 14 zu sehen).

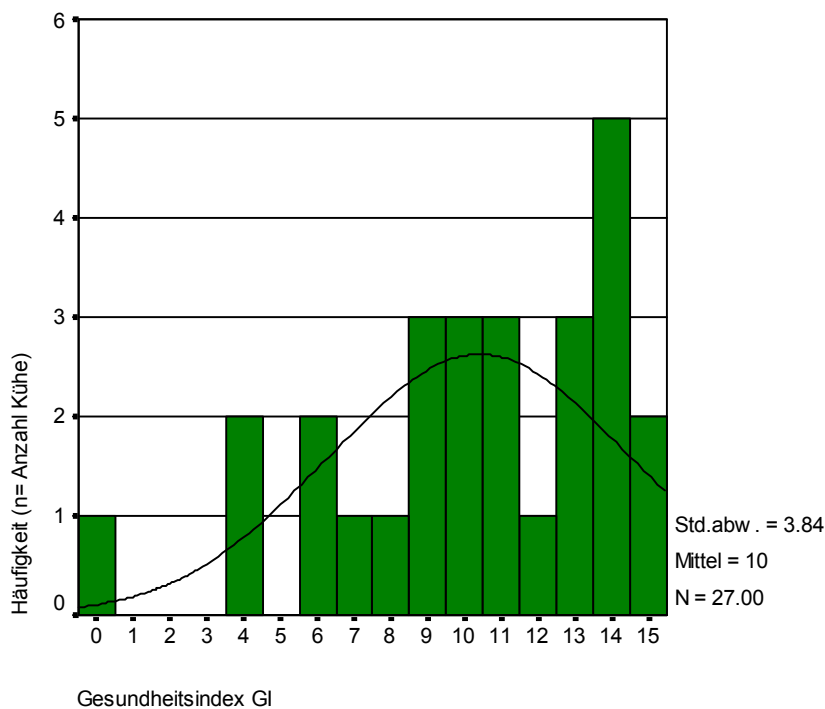


Abb. 9: Verteilung der Gesundheitsindices GI bei den 27 Tieren im Projekt 1 mit Normalverteilungskurve (die Daten weichen nicht von einer Normalverteilung ab: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest: Abweichung von einer Normalverteilung ist mit $p = 0.701$ nicht signifikant).

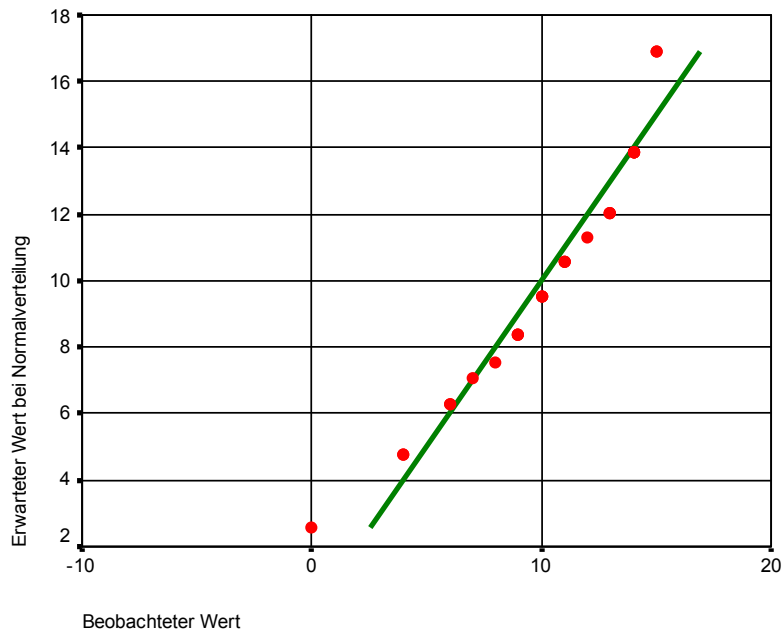


Abb. 10: QQ-Plot vom Gesundheitsindex GI im Projekt 1: Die beobachteten Werte (rote Punkte) liegen nahe bei einer Normalverteilung (grüne Linie)

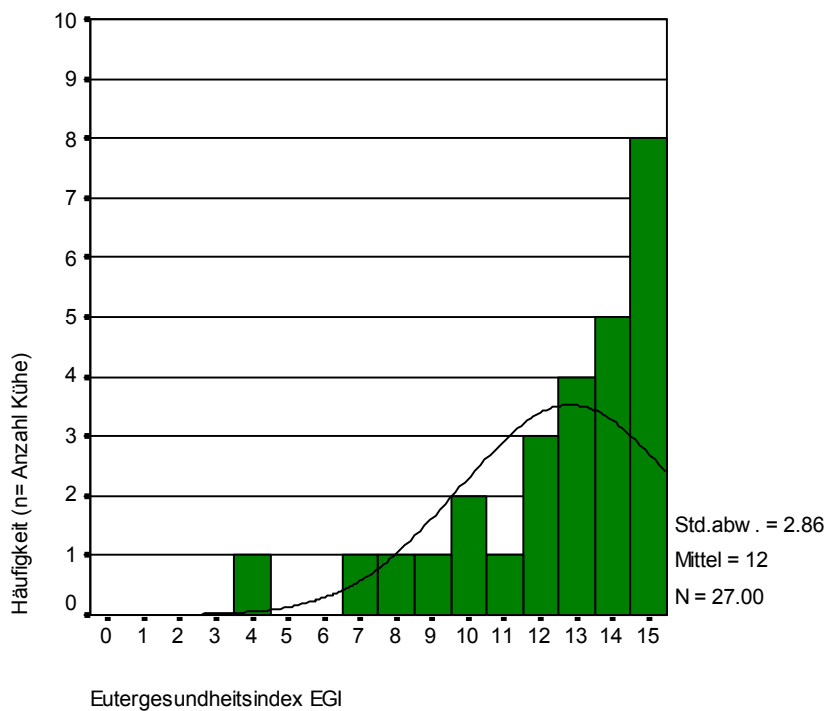


Abb. 11: Verteilung der Eutergesundheitsindices bei den 27 Tieren im Projekt 1 mit Normalverteilungskurve (die Daten weichen nicht von einer Normalverteilung ab: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest: Abweichung von einer Normalverteilung ist mit $p = 0.223$ nicht signifikant).

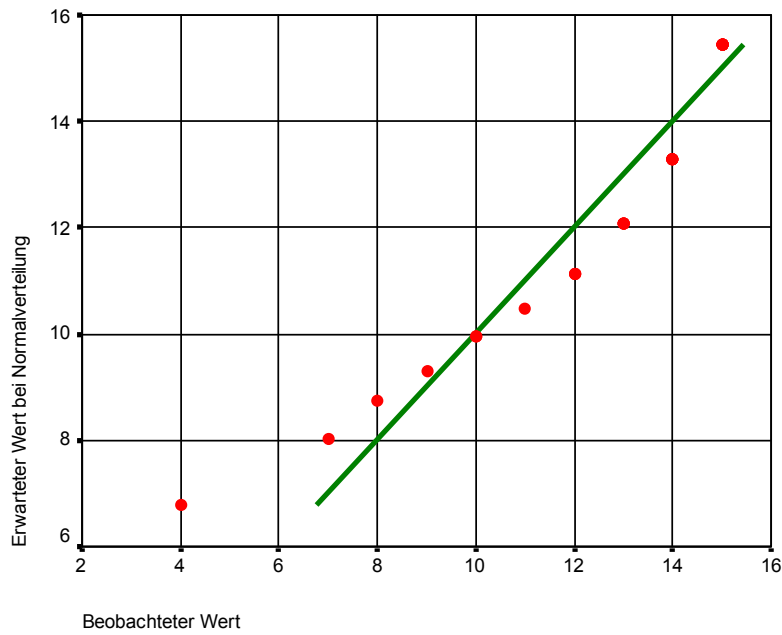


Abb. 12: QQ-Plot vom Eutergesundheitsindex EGI im Projekt 1: Die beobachteten Werte (rote Punkte) liegen relativ nahe bei einer Normalverteilung (grüne Linie)

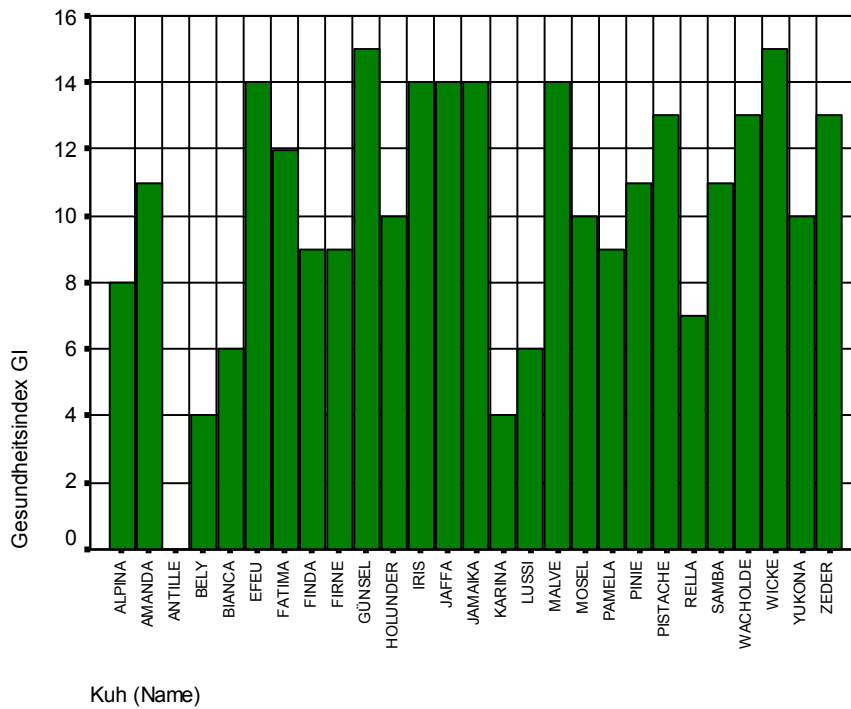


Abb. 13: Gesundheitsindex GI jeder einzelnen Kuh im Projekt 1

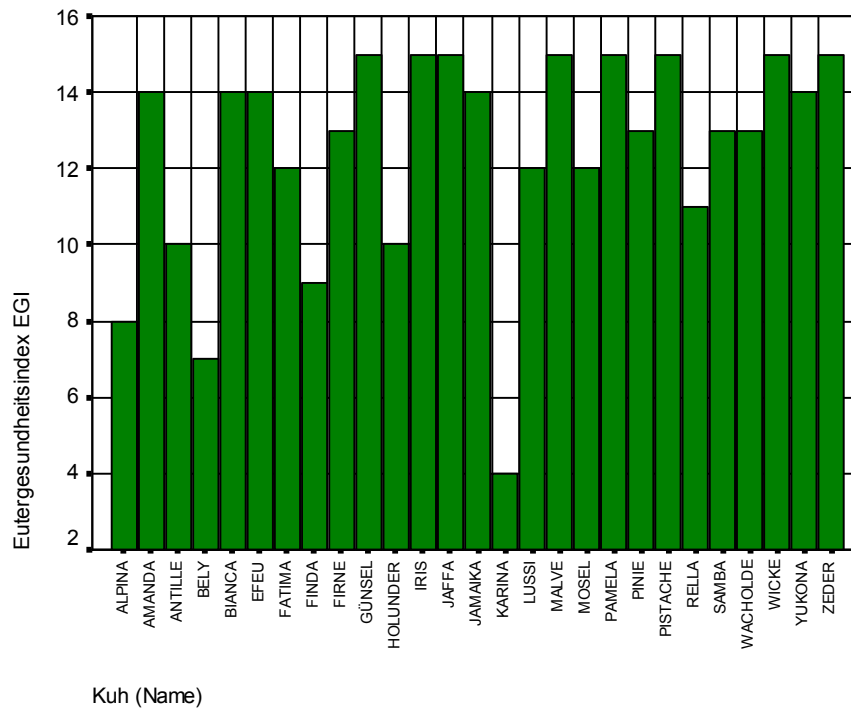


Abb. 14: Eutergesundheitsindex EGI jeder einzelnen Kuh im Projekt 1

3.1.6.1. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihrer Gesundheit

Die Berechnungen der Korrelationen zwischen den beiden Gesundheitsindices und den im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften der Tiere zeigten die in der Tabelle 18 aufgeführten Ergebnisse. Nur zwischen einem der im Projekt 1 beobachteten Parameter, nämlich der Standardabweichung der Wiederkäugeschwindigkeit und dem Gesundheitsindex ergab sich eine signifikante Korrelation: Je höher der Gesundheitsindex der Kühe war, umso stärker variierte ihre Wiederkäugeschwindigkeit ($Z/KS(s)$, $Z/KS(sm)$ und $Z/KS(ms)$): $r_p = 0.397$; $n = 27$; $p < 0.05$; bzw. $r_p = 0.338$; $n = 27$; $p < 0.1$; bzw. $r_p = 0.384$; $n = 27$; $p < 0.05$). Eine Tendenz einer positiven Beziehung zeigte sich zwischen dem Gesundheitsindex und der Standardabweichung der Anzahl Abliegevorgänge: Kühe mit einem höheren GI neigten zu einer höheren Variation bei der Anzahl Abliegevorgänge pro Tag ($ABLIEGEN(s)$; $r_p = 0.350$; $n = 27$; $p < 0.1$). Zum Eutergesundheitsindex (EGI) gab es keine signifikante Beziehung der im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften. Die Tendenz einer positiven Beziehung zeigte sich zwischen dem EGI und der Standardabweichung der Kotbeschaffenheit: Kühe mit einem höheren EGI neigten zu einer höheren Variabilität der Kotbeschaffenheit ($KOT(s)$; $r_s = 0.333$; $n = 27$; $p < 0.1$) und

zwischen dem EGI und dem Mittelwert der Standardabweichungen der Wiederkägeschwindigkeit (ZKS(ms); $r_p = 0.380$; $n = 27$; $p < 0.1$).

Tab. 18: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihren Gesundheitsindices

Beobachtete Parameter	Gesundheitsindex	Eutergesundheitsindex
WK-DAUER (m)	n.s.	n.s.
WK-DAUER (s)	n.s.	n.s.
WKPERD(m)	n.s.	n.s.
WKPERD(s)	n.s.	n.s.
KS/B(m)	n.s.	n.s.
KS/B(s)	n.s.	n.s.
KS/B(sm)	n.s.	n.s.
KS/B(ms)	n.s.	n.s.
KS/B(ss)	n.s.	n.s.
Z/KS(m)	n.s.	n.s.
Z/KS(s)	*	n.s.
Z/KS(sm)	+	n.s.
Z/KS(ms)	*	+
Z/KS(ss)	n.s.	n.s.
ABLIEGEN(m)	n.s.	n.s.
ABLIEGEN(s)	+	n.s.
LIEGEN(m)	n.s.	n.s.
LIEGEN(s)	n.s.	n.s.
KOT(m)	n.s.	n.s.
KOT(s)	n.s.	+

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“
 Hier sind alle statistisch auffälligen Korrelationen positiv

3.1.6.2. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices im Projekt 1

In der Tabelle 19 ist ersichtlich, dass es zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices keine signifikanten Korrelationen gab. Es zeigte sich die Tendenz einer Beziehung zwischen dem Alter bzw. der Laktationsnummer der Tiere und ihrem Gesundheitsindex: je älter die Kühe waren, desto niedriger war in der Tendenz ihr Gesundheitsindex (ALTER; $r_p = -0.361$; $n = 27$; $p < 0.1$; LAKTNR; $r_p = -0.371$; $n = 27$; $p < 0.1$).

Tab. 19: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices im Projekt 1

	LAKTNR	ALTER	LAKTST	MILCHJ	MILCHTG	GEWICHT
GI	+ -	+ -	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
EGI	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“

3.1.7. Ergebnisse der linearen Regressionsanalysen im Projekt 1

Um die Hauptfragestellung dieses Projektes beantworten zu können, nämlich ob die Hypothese zutrifft, dass die Gesundheit der Kühe in der Beobachtungsherde mit der Ausprägung wesentlicher arttypischer Eigenschaften in einem Zusammenhang steht, wurde untersucht, welcher Anteil der Varianz des Gesundheitsindex (GI) durch die beobachteten Parameter erklärt werden kann. Dabei wurden die Beziehungen der beobachteten Parameter zueinander und zu den Co-Faktoren berücksichtigt. Die Kollinearitätsstatistik zeigte für die Variable ZKS(sm) einen hohen Varianzinflationsfaktor (VIF-Wert) von > 5 . Deshalb wurde diese Variable nicht in die Regressionsanalyse einbezogen. Alle anderen Variablen hatten VIF-Werte, die < 4 waren und wurden deshalb in die Regressionsmodelle einbezogen. Die Ergebnisse der vorwärts schrittweise berechneten multiplen linearen Regressionsanalyse sind in der Tabelle 20 dargestellt. Sie ergab, dass die Varianz des Gesundheitsindex (GI) zu 23.4% durch die im Projekt 1 beobachteten Parameter erklärt werden kann (korrigiertes $R^2 = 0.234$). Das Regressionsmodell als Ganzes war signifikant ($p < 0.05$). Die Residuen waren normal verteilt. Es kamen nur zwei Variablen, die einen signifikanten Regressionskoeffizienten zeigten, für diese Erklärung in Frage, nämlich die Standardabweichung der Wiederkäugeschwindigkeit (Z/KS(s)) und der Mittelwert der Häufigkeit der Abliegevorgänge pro Tag (ABLIEGEN(m)): Je höher die Variation in der Wiederkäugeschwindigkeit war, umso höher war der Gesundheitsindex und je höher die Anzahl der Abliegevorgänge im Schnitt war, umso höher war der Gesundheitsindex, nach dem Modell:

$$\text{Gesundheitsindex GI} = -2.208 + 141.73 \text{ Z/KS(s)} + 0.599 \text{ ABLIEGEN(m)}$$

Tab. 20: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 1

Abhängige Variable y_1: Gesundheitsindex GI					
Erklärende unabhängige Variablen:		Nicht standardisierte Koeffizienten b	Standardisierte Koeffizienten b'	t	p
Konstante (a)	-2.208			-0.525	0.604
$x_{11} = \text{Z/KS(s)}$		$b_{11} = 141.729$	0.482	2.738	0.011*
$x_{15} = \text{ABLIEGEN(m)}$		$b_{15} = 0.599$	0.379	2.150	0.042*
$R^2 = 0.293$		korrigiertes $R^2 = 0.234$		$p < 0.05$	
n = 27					

Die Eutergesundheit bzw. der Eutergesundheitsindex (EGI) konnte nicht durch die im Projekt 1 beobachteten Eigenschaften erklärt werden: weder das Modell als Ganzes noch einer der

berechneten Regressionskoeffizienten waren signifikant. Auf die Darstellung der einzelnen Koeffizienten wird deshalb hier verzichtet.

3.2. Ergebnisse zum Projekt 2: Körperkondition und Temperament und deren Beziehungen zur Tiergesundheit

Ein vollständiger Datensatz von allen Beobachtungen aller im Projekt 2 beobachteten Parameter lag für 34 Tiere vor. Die Daten der beobachteten Parameter waren fast alle nicht normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest für Abweichung von einer Normalverteilung: $p < 0.10$). Einzig die Daten des Parameters BCS(1-3pp) waren normal verteilt. Sowohl bei den Beobachtungen zum Temperament der Tiere wie auch bei den Körperkonditionsbeurteilungen wurden die Mediane („med“) und die Spannweiten („range“) zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert aus allen Beobachtungen sowie das erste und das dritte Quartil (quart1 und quart3) als Variablen verwendet. Zudem wurden bei den Körperkonditionsbeurteilungen die Daten von vier verschiedenen Laktationsabschnitten von jedem Tier (zu den jeweils individuellen Zeitpunkten) verwendet; nämlich: zwischen der 1. und der 3. Woche *post partum*, zwischen der 6. und 8. Woche *post partum*, zwischen der 12. und 14. Woche *post partum* und zwischen der 28. und 30. Woche *post partum*. Ein Überblick über alle Variablen, die aus den Daten der beobachteten Parameter im Projekt 2 berechnet wurden, ist in der Tabelle 21 dargestellt.

Tab. 21: Überblick über die Variablen im Projekt 2 (siehe auch Tab.10)

Zeit- raum	Anz. Tiere	Aus den beobachteten Parametern abgeleitete Variablen	Anzahl Beobachtungen	Aus den Co-Faktoren abgeleitete Variablen	Gesund- heits- indices
Januar 02 bis Dezem- ber 02	34	x ₂₇ : BCS(med) x ₂₈ : BCS(quart1) x ₂₉ : BCS(quart3) x ₃₀ : BCS(range) x ₃₁ : BCS(1-3pp) x ₃₂ : BCS(6-8pp) x ₃₃ : BCS(12-14pp) x ₃₄ : BCS(28-30pp)	15 – 16 15 – 16 15 – 16 15 – 16	x ₃₉ : ALTER x ₄₀ : LAKTNR x ₂₅ : MILCHJ x ₂₆ : GEWICHT x ₄₁ : LAKTST x ₄₂ : MILCHTG	y ₁ : GI y ₂ : EGI
Oktober/ Novem- ber 02		x ₃₅ : TEMP(med) x ₃₆ : TEMP(quart1) x ₃₇ : TEMP(quart3) x ₃₈ : TEMP(range)	1 (tierindividuell) 1 (tierindividuell) 1 (tierindividuell) 1 (tierindividuell) 5 5 5 5		

3.2.1. Ergebnisse zur Körperkonditionsbeurteilung (BCS)

3.2.1.1. Deskriptive Statistik

Die durchschnittliche Körperkonditionsnote (BCS(med)) von allen 15-16 Beurteilungen bei allen 34 Tieren lag bei 3.00, das 1. Quartil dieser Werte (BCS(quart1)) lag bei 2.75 und das 3.

Quartil (BCS(quart3)) lag bei 3.00. Die höchste vergebene Note war eine 4.00, die niedrigste vergebene Note war eine 2.25. Die Spannweite zwischen der höchsten und der niedrigsten Note (BCS(range)) betrug demnach für die ganze Herde 1.75. Die BCS-Noten in den verschiedenen Laktationsabschnitten lagen im Herdenschnitt für BCS(1-3pp) bei 3.06 (= Mittelwert; n=32; Spannweite= 1.00), für BCS(6-8pp) bei 3.00 (= Median; n=32; Spannweite= 1.5), für BCS(12-14pp) bei 3.00 (= Median; n= 34; Spannweite= 1.25) und für BCS(28-30pp) bei 2.75 (= Median, n= 34; Spannweite= 1.25).

Tab. 22: Mediane und Quartile sowie Spannweiten („range“) der BCS-Noten der 15 - 16 regelmäßigen Erhebungen und einzelne Erhebungen zu verschiedenen Laktationsabschnitten jeder Kuh im Projekt 2

Name	BCS(med) (Note)	BCS(quart1) (Note)	BCS(quart3) (Note)	BCS(range) (Note)	BCS 1-3pp	BCS 6-8pp	BCS 12-14pp	BCS 28-30pp
Alpina	2.75	2.50	3.00	0.75	2.50	2.50	3.00	2.75
Amanda	3.50	3.50	3.75	1.00	3.25	3.25	3.75	3.50
Ameise	2.75	2.75	2.75	0.75	2.75	3.00	2.75	2.75
Antille	2.75	2.75	2.88	1.00	3.00	2.75	2.50	2.75
Aster	3.00	3.00	3.06	0.75	3.25	3.00	3.00	2.75
Baronin	2.75	2.75	2.75	0.50	3.00	2.75	3.00	2.75
Belsa	2.75	2.75	3.06	1.00	3.50	3.00	3.00	2.75
Bely	3.50	3.00	3.75	1.00	3.50	3.00	3.00	3.75
Bianca	2.75	2.75	2.75	0.75	2.75	2.75	2.75	2.75
Bugatti	2.50	2.50	2.75	1.00	3.50	3.25	2.75	2.50
Calendula	3.00	2.75	3.00	0.25	3.00	3.00	2.75	2.75
Efeu	3.00	2.75	3.06	0.50	3.00	2.75	2.75	3.00
Elba	3.00	3.00	3.00	0.75	3.50	3.25	3.00	3.00
Fatima	3.25	3.25	3.50	1.00	3.50	3.75	3.50	3.00
Fella	2.75	2.50	2.81	0.75	3.25	2.50	2.50	2.75
Galina	3.00	2.75	3.25	1.00	3.25	4.00	3.75	3.00
Günsel	3.00	3.00	3.25	0.50	3.25	3.00	2.75	3.25
Hummel	3.00	2.75	3.00	0.75	3.50	3.50	3.25	2.75
Iris	3.50	3.50	3.50	0.75	3.50	4.00	3.50	3.50
Jaffa	3.00	3.00	3.25	0.75	3.25	2.75	3.25	3.00
Joana	2.50	2.50	2.75	0.50	3.00	2.75	2.50	2.50
Kamille	2.50	2.50	2.75	0.75	2.50	2.50	2.75	2.50
Lussi	2.75	2.75	3.00	0.75	2.75	2.75	2.75	2.75
Malve	2.75	2.75	3.00	0.50			3.00	3.00
Miquette	3.00	2.75	3.00	0.50	3.00	3.25	3.25	3.00
Mosel	2.88	2.75	3.25	1.00	2.75	2.75	2.75	3.00
Nathalie	2.75	2.75	2.75	0.75	3.00	3.00	2.50	2.50
Nora	2.75	2.75	2.75	0.50	2.75	2.50	2.75	2.75
Pamela	2.75	2.75	2.81	0.75	2.75	2.75	3.25	3.00
Parisia	2.75	2.75	3.00	0.25	2.50	3.00	3.00	2.75
Pistache	3.00	3.00	3.06	0.75	3.00	3.00	3.00	3.00
Wacholder	2.75	2.75	3.00	1.00			3.00	3.50
Wanda	3.00	2.75	3.00	0.50	2.75	3.25	2.75	3.00
Yukona	3.25	3.00	3.75	1.00	3.25	3.00	2.75	2.75

3.2.2. Ergebnisse zum Temperament

3.2.2.1. Deskriptive Statistik

Der Median der Temperamentsnoten von allen 5 Beobachtungen bei allen 34 Tieren lag bei 4, das erste Quartil lag bei 3 und das dritte Quartil lag bei 4. Die höchste vergebene Note war eine 5, die niedrigste vergebene Note war eine 2. Die Spannweite zwischen der höchsten und der niedrigsten Note betrug demnach für die ganze Herde 3 (siehe Tab. 23).

Tab. 23: Median und Quartile, sowie Spannweiten („range“) der Temperamentsnoten der einzelnen Kühe im Projekt 2

Name	TEMP(med) (Note)	TEMP(quant1) (Note)	TEMP(quant3) (Note)	TEMP(range) (Note)
Alpina	3	2	3	1
Amanda	5	4	5	1
Ameise	4	4	4	2
Antille	4	4	4	1
Aster	5	5	5	1
Baronin	4	4	4	0
Belsa	4	4	5	1
Bely	4	4	4	1
Bianca	4	4	5	1
Bugatti	4	4	4	1
Calendula	3	3	3	0
Efeu	4	4	4	1
Elba	4	3	4	1
Fatima	4	3	4	1
Fella	4	4	4	1
Galina	3	3	3	2
Günsel	4	4	4	0
Hummel	5	4	5	1
Iris	4	4	4	0
Jaffa	4	4	5	2
Joana	4	4	4	1
Kamille	3	3	4	3
Lussi	4	3	4	1
Malve	3	3	4	1
Miquette	3	3	4	1
Mosel	4	4	4	1
Nathalie	3	3	3	1
Nora	3	3	4	2
Pamela	4	3	5	2
Parisia	4	4	5	1
Pistache	5	5	5	0
Wacholder	4	4	4	1
Wanda	3	3	4	2
Yukona	5	5	5	1

3.2.2.2. Reproduzierbarkeit und Konsistenz des Temperaments der Tiere

Die Reproduzierbarkeit der Temperamentsbeurteilung lag bei $r = 0.45$; $p < 0.05$). Die meisten der fünf Temperamentsbeurteilungen waren signifikant miteinander korreliert ($r_s = 0.390$ bis 0.614 ; $n = 34$; $p < 0.05$). Die Beurteilung am fünften Tag korrelierte nicht mit jener am ersten und am zweiten Tag ($r_s = 0.256$ bzw. $r_s = 0.276$; $n = 34$; $p > 0.05$).

3.2.3. Ergebnisse zu den Co-Faktoren im Projekt 2

3.2.3.1. Deskriptive Statistik

Alle Werte der sechs Co-Faktoren im Projekt 2 finden sich in der Tabelle 24.

Tab. 24: Werte der sechs Co-Faktoren jedes Tieres im Projekt 2

Name	ALTER (Mte)	LAKTNR	LAKTST (Tg)	MILCHJ (kg)	MILCHTG (kg)	GEWICHT (kg)
Alpina	37.8	2	38	4893	21.0	465
Amanda	83.9	5	317	4826	10.7	670
Ameise	74.3	4	257	6487	18.4	640
Antille	75.5	5	146	4709	25.6	702
Aster	72.1	4	245	7883	22.1	760
Baronin	79.9	4	292	4972	11.7	635
Belsa	84.2	5	210	6639	20.6	750
Bely	56.4	3	77	5517	25.3	750
Bianca	105.6	7	168	5760	20.0	660
Bugatti	71.6	4	231	7768	22.6	665
Calendula	43.6	2	251	4116	18.2	560
Efeu	50.3	3	49	5270	18.8	600
Elba	79.4	4	244	5600	17.5	630
Fatima	75.3	4	184	6378	23.8	740
Fella	107.2	7	197	6663	24.3	590
Galina	39.3	1	276	5291	14.6	570
Guensel	49.5	3	53	4933	25.4	560
Hummel	69.3	4	243	6558	17.8	760
Iris	49.5	2	268	5769	20.0	610
Jaffa	61.5	3	303	5520	17.9	660
Joana	98.0	7	209	6304	19.9	610
Kamille	45.00	2	279	5427	14.6	500
Lussi	111.20	8	67	4633	27.7	580
Malve	37.07	1	348	5449	15.4	570
Miquette	54.73	2	286	4875	19.5	630
Mosel	81.43	4	91	6183	28.9	780
Nathalie	70.33	3	264	6279	25.3	670
Nora	48.93	2	200	4307	15.5	615
Pamela	43.00	2	17	5983	25.0	640
Parisia	108.20	7	230	5786	18.1	610
Pistache	46.23	1	388	5335	12.8	590
Wacholder	40.33	1	368	5574	11.6	610
Wanda	47.37	2	264	5431	17.8	587
Yukona	99.00	6	55	7020	31.6	842

3.2.4. Die Beziehungen der Parameter des Projektes 2 untereinander

Die Relationen³³ zwischen den Parametern des Projektes 2 sind in der Tabelle 25 (auf Seite 96) dargestellt. Alle signifikanten Korrelationen werden in den folgenden Kapiteln 3.2.4.1. bis 3.2.4.3. besprochen.

Da sich das Laktationsstadium (LAKTST) und die Tagesmilchleistung (MILCHTG) jeweils auf Oktober / November 2002 beziehen, hat es keinen Sinn, diese beiden Co-Faktoren zu den BCS-Daten der Kühe, die über das ganze Jahr zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben wurden, in Beziehung zu setzen. Es wurden deshalb für diese Parameter keine Korrelationen berechnet.

³³Zweiseitige Korrelationen nach Pearson für die Beziehungen zwischen den Co-Faktoren untereinander bzw. zweiseitige Rangkorrelationen nach Spearman für alle anderen Beziehungen.

Tab. 25: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen der Parameter des Projekts 2 untereinander

	BCS (med)	BCS (quart1)	BCS (quart3)	BCS (range)	BCS 1-3pp	BCS 6-8pp	BCS 12-14pp	BCS 28-30pp	TEMP (med)	TEMP (quart1)	TEMP (quart3)	TEMP (range)	ALTER	LAKT NR	LAKT ST	MILCH J	MILCH TG	GEWICHT
BCS (quart1)	***																	
BCS (quart3)	***	***																
BCS (range)	n.s.	n.s.	*															
BCS 1-3pp	**	**	**	*														
BCS 6-8pp	***	**	*	n.s.	***													
BCS 12-14pp	**	**	**	n.s.	*	***												
BCS 28-30pp	***	***	**	n.s.	n.s.	*	***											
TEMP (med)	+	**	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.										
TEMP (quart1)	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***									
TEMP (quart3)	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***								
TEMP (range)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+ -	n.s.	n.s.	n.s.	+ -	* -	n.s.							
ALTER	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*	n.s.						
LAKT NR	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	*	*	n.s.	***					
LAKT-ST									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+ -				
MILCH J	n.s.	n.s.	n.s.	+	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	*	+	n.s.			
MILCH TG									n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	***_	*		
GEWICHT	n.s.	*	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	*	+	n.s.	**	**	

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“

3.2.4.1. Die Beziehungen der im Projekt 2 beobachteten Parameter untereinander

Es zeigten sich die folgenden Beziehungen der beobachteten Parametern untereinander (Tab. 25): Die meisten der verschiedenen BCS-Parameter hingen zusammen: Je höher der BCS-Median war, desto höher waren auch die BCS-Noten im 1. und 3. Quartil und in allen vier Laktationsabschnitten. Auch das 1. und das 3. Quartil der BCS-Noten hingen mit allen Erhebungen in den verschiedenen Laktationsabschnitten zusammen. Die BCS-Noten der vier Laktationsabschnitte hingen auch alle untereinander zusammen, ausser dem ersten und dem letzten Abschnitt. Die Spannweite der BCS-Noten hing mit dem 3. Quartil der BCS-Noten und mit der BCS-Note im ersten Laktationsabschnitt positiv zusammen. Sie hing auch mit dem Temperament zusammen: Kühe mit einer höheren BCS-Spannweite waren ruhiger. Das 1. Quartil der BCS-Noten war auch positiv mit dem 3. Quartil der BCS-Noten korreliert sowie mit dem Median der Temperamentsnoten und dem 3. Quartil der Temperamentsnoten. Das 3. Quartil der BCS-Noten war positiv korreliert mit dem Median der BCS-Noten und mit dem Median der Temperamentsnoten: je höher die Körperkonditionsnote im Mittel war, umso ruhiger war das Temperament. Der Median der Temperamentsnoten war mit den Quartilen der Temperamentsnoten positiv korreliert und der Tendenz nach negativ mit der Spannweite der Temperamentsnoten. Die beiden Quartile der Temperamentsnoten waren positiv miteinander korreliert.

3.2.4.2. Die Beziehungen der Co-Faktoren untereinander

Wie im Projekt 1 zeigten sich auch im Projekt 2 die folgenden Beziehungen der Co-Faktoren untereinander (Tab. 25): Das Alter der Tiere war stark korreliert mit der Laktationsnummer. Das Alter und die Laktationsnummer hingen auch mit der Milchleistung zusammen: je älter die Tiere waren und je höher ihre Laktationsnummer war, umso höher waren ihre Jahresmilchleistung und ihre Tagesmilchleistung und umso schwerer waren sie. Je schwerer die Tiere waren, umso höher war ihre Jahresmilchleistung. Je weiter fortgeschritten das Laktationsstadium war, umso tiefer war die Tagesmilchleistung und umso schwerer waren die Tiere.

3.2.4.3. Die Beziehungen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Parametern und den Co-Faktoren

Die folgenden signifikanten Beziehungen zwischen den beobachteten Parametern und den Co-Faktoren wurden gefunden (Tab. 25): Das Alter und die Laktationsnummern der Tiere hingen mit dem Temperament zusammen: Je älter die Tiere waren und je höher ihre Laktations-

nummer war, umso höher waren ihre Temperamentsnoten im Mittel und im 1. und im 3. Quartil; das heisst: umso ruhiger waren sie. Die Jahresmilchleistung hing ebenfalls mit dem Temperament zusammen: Je höher die Milchleistung war, umso ruhiger waren die Tiere (dieser Zusammenhang war beeinflusst durch den Zusammenhang zwischen Alter und Jahresmilchleistung; siehe Kap. 3.2.4.2). Die Laktationsnummer hing positiv mit der BCS-Note im letzten Laktationsabschnitt (BCS(28-30pp)) zusammen. Zwischen dem Gewicht der Tiere und den beobachteten Eigenschaften gab es mehrere Zusammenhänge: Je schwerer die Tiere waren, umso höher war die Spannweite zwischen ihrem höchsten und ihrem niedrigsten BCS-Wert, umso höher war das 1. Quartil der BCS-Noten und die BCS-Note im 1. Laktationsabschnitt (BCS(1-3pp)) und umso höher war auch ihre mittlere Temperamentsnote; das heisst: umso ruhiger waren die Kühe (auch hier besteht eine Beziehung zum Alter der Tiere; siehe Kap. 3.2.4.2.). Zwischen der aktuellen Tagesmilchleistung und dem Temperament sowie zwischen dem Laktationsstadium und dem Temperament zeigte sich kein Zusammenhang. Weil diese beiden Co-Faktoren mit den BCS-Beurteilungen in keinem Zusammenhang standen und nicht mit dem Temperament korrelierten, wurden sie nicht in die Regressionsmodelle (siehe Kap. 3.2.6.) einbezogen.

3.2.5. Ergebnisse zu den Gesundheitsindices im Projekt 2

Beide Gesundheitsindices (GI und EGI) zeigten keine signifikanten Abweichungen von einer Normalverteilung (siehe Abb. 15 bis 18). Der durchschnittliche Gesundheitsindex (GI) aller 34 Tiere des Projekts 2 lag bei 9.94 mit einer Standardabweichung von 3.55. Der kleinste Index lag bei 0, der grösste Index lag bei 15. Der Eutergesundheitsindex (EGI) lag im Mittel der Herde bei 12.35 mit einer Standardabweichung von 2.55. Der niedrigste Eutergesundheitsindex betrug 7, der höchste Eutergesundheitsindex betrug 15.

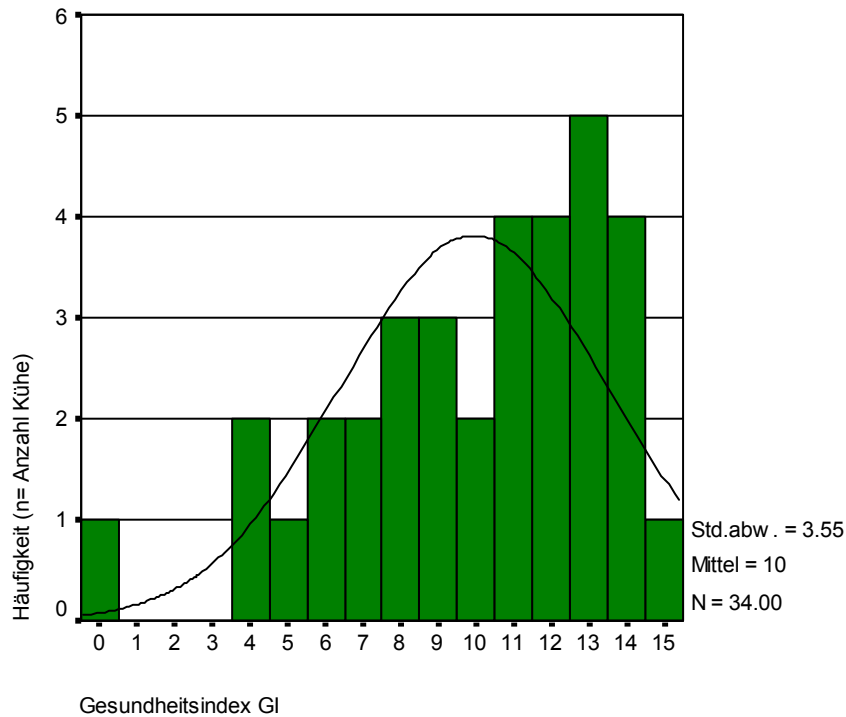


Abb. 15: Verteilung der Gesundheitsindices der 34 Tiere im Projekt 2 mit Normalverteilungskurve (die Daten weichen nicht von einer Normalverteilung ab: Kolmogorov-Smirnoff-Anpassungstest: Abweichung von einer Normalverteilung ist mit $p=0.458$ nicht signifikant).

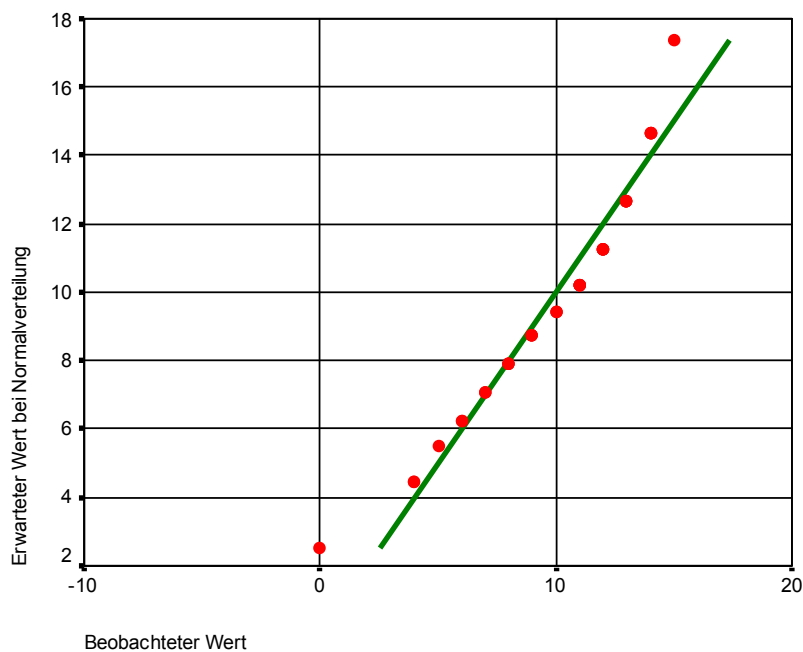


Abb. 16: QQ-Plot vom Gesundheitsindex GI im Projekt 2: Die beobachteten Werte (rote Punkte) liegen relativ nahe bei einer Normalverteilung (grüne Linie)

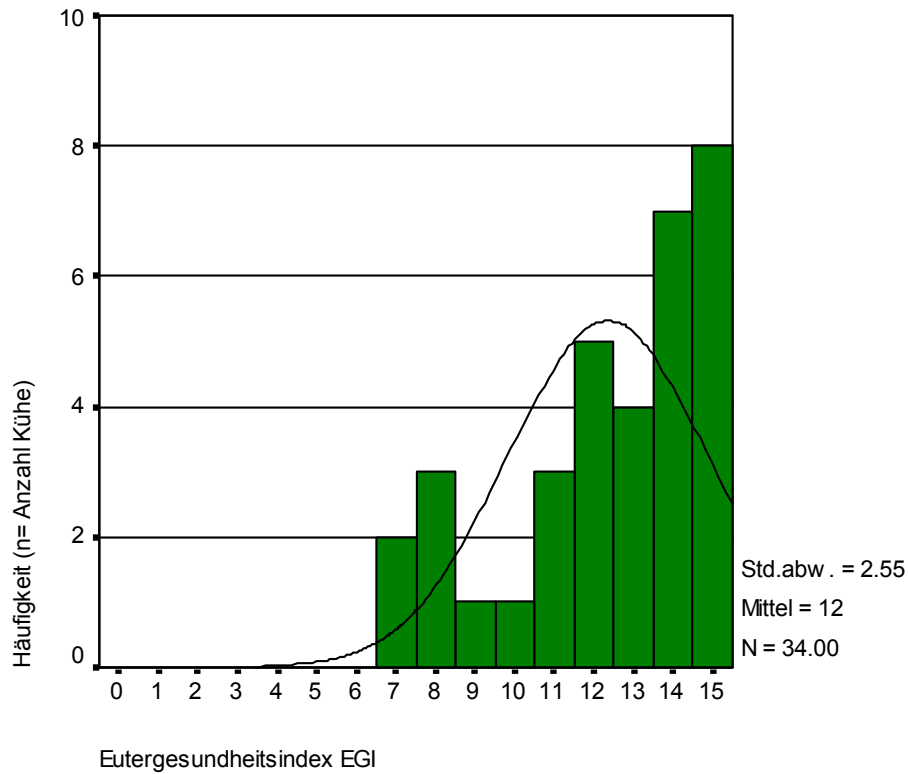


Abb. 17: Verteilung der Eutergesundheitsindices der 34 Tiere im Projekt 2 mit Normalverteilungskurve: (die Daten weichen nicht von einer Normalverteilung ab: Kolmogorov-Smirnoff-Anpassungstest: Abweichung von einer Normalverteilung ist mit $p=0.208$ nicht signifikant)

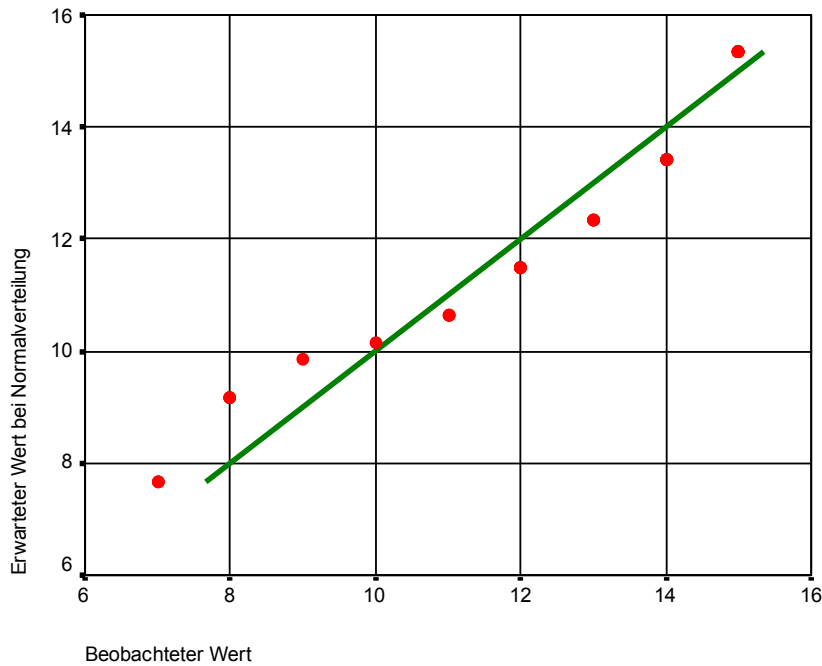


Abb. 18: QQ-Plot vom Eutergesundheitsindex EGI im Projekt 2: Die beobachteten Werte (rote Punkte) liegen relativ nahe bei einer Normalverteilung (grüne Linie)

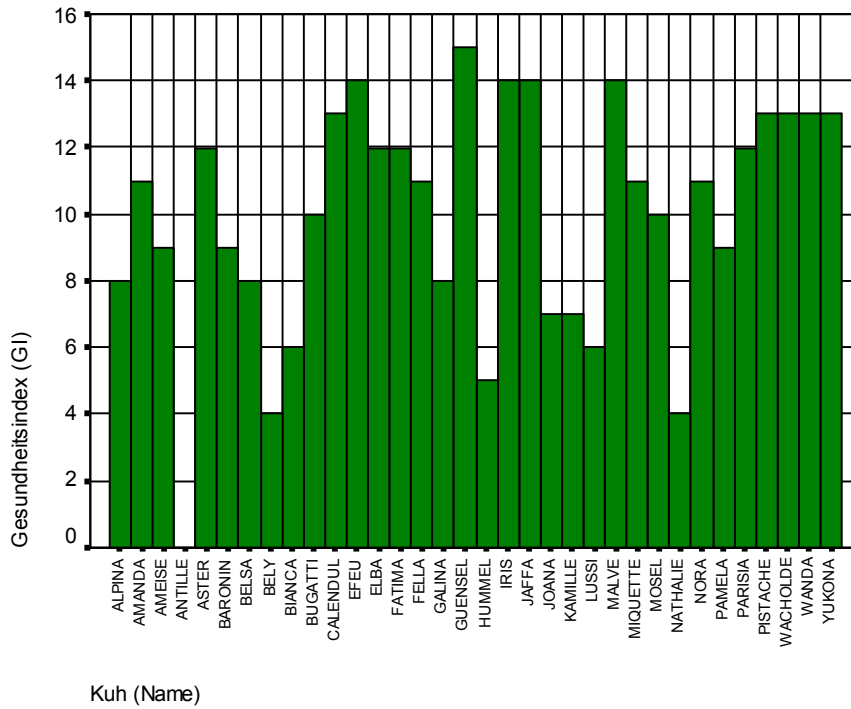


Abb.19: Gesundheitsindex (GI) jeder einzelnen Kuh im Projekt 2

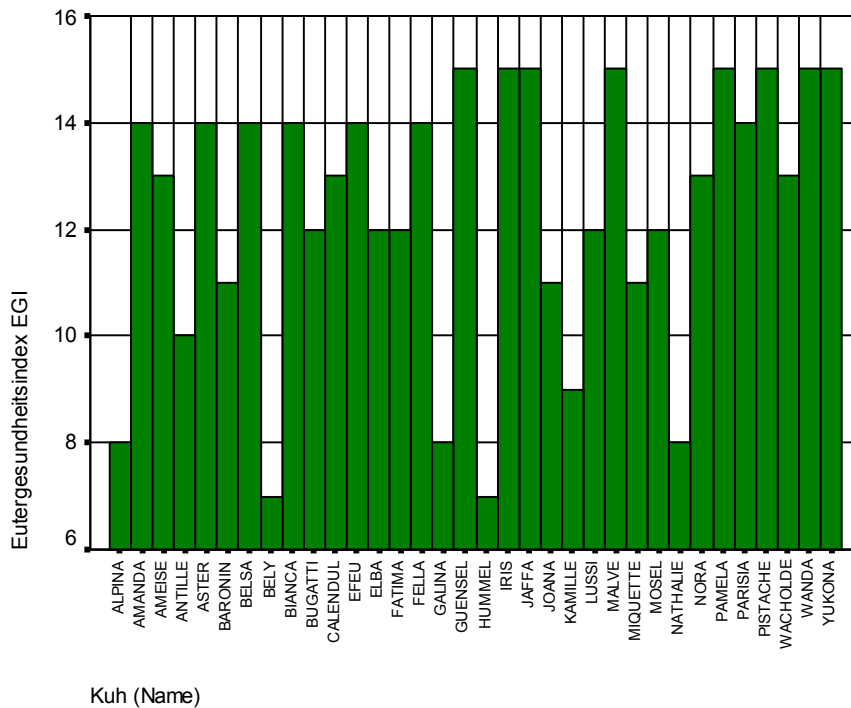


Abb.20: Eutergesundheitsindex jeder einzelnen Kuh im Projekt 2

3.2.5.1. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihrer Gesundheit

Die Korrelationen zwischen den beiden Gesundheitsindices und den im Projekt 2 beobachteten Eigenschaften der Tiere ergaben die in der Tabelle 26 aufgeführten Ergebnisse. Dort ist ersichtlich, dass zwischen der Körperkondition (BCS) und dem Gesundheitsindex (GI) mehrere signifikante Beziehungen bestanden: Je höher der Median der BCS-Noten (BCS(*med*)) war, umso höher war der Gesundheitsindex (GI); das heisst: umso gesünder waren die Kühe ($r_s = 0.426$; $n = 34$; $p < 0.05$). Das Gleiche gilt für das 1.Quartil der BCS-Noten (BCS(*quart1*)): $r_s = 0.437$; $n = 34$; $p < 0.01$) und für das 3. Quartil der BCS-Noten (BCS(*quart3*)): $r_s = 0.429$; $n = 34$; $p < 0.05$) und für die BCS-Noten in dem Laktationsabschnitt 28 – 30 Wochen *post partum* (BCS(28-30pp): $r_s = 0.496$; $n = 34$; $p < 0.01$). Je höher die Spannweite der BCS-Werte (BCS(*range*)) eines Tieres war, umso tiefer war in der Tendenz sein Gesundheitsindex; das heisst umso schlechter war seine Gesundheit ($r_s = -0.323$; $n = 34$; $p = 0.062$).

Zwischen dem Eutergesundheitsindex und der Körperkondition zeigten sich zwei signifikante Beziehungen: Je höher das 1. Quartil der BCS-Noten war, umso höher war der Eutergesundheitsindex ($r_s = 0.390$; $n = 34$; $p < 0.05$) und je höher die BCS-Note im Laktationsabschnitt 28 – 30 Wochen *post partum* war, umso höher war der Eutergesundheitsindex ($r_s = 0.340$; $n = 34$; $p < 0.05$).

Zwischen den Temperamentsnoten und dem Gesundheitsindex zeigte sich keine signifikante Beziehung, aber zwischen den Temperamentsnoten und dem Eutergesundheitsindex zeigten sich folgende Beziehungen: Je höher das 3. Quartil der Temperamentsnoten (TEMP(*quart3*)) war, das heisst je ruhiger die Kühe waren, umso höher war der Eutergesundheitsindex (umso eutergesünder waren die Tiere) ($r_s = 0.508$; $n = 34$; $p < 0.01$). Je höher das 1. Quartil der Temperamentsnoten (TEMP(*quart1*)) war, umso höher war tendenziell der Eutergesundheitsindex, das heisst umso eutergesünder waren die Tiere ($r_s = 0.325$; $n = 34$; $p < 0.1$).

Tab. 26: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den im Projekt 2 beobachteten Eigenschaften der Tiere und ihren Gesundheitsindices

	BCS (<i>med</i>)	BCS (<i>range</i>)	BCS (<i>quart1</i>)	BCS (<i>quart3</i>)	BCS (1- 3pp)	BCS (6- 8pp)	BCS (12- 14pp)	BCS (28- 30pp)	TEMP (<i>med</i>)	TEMP (<i>quart1</i>)	TEMP (<i>quart3</i>)	TEMP (<i>range</i>)
GI	*	+/-	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
EGI	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	+	**	n.s.

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“

3.2.5.2. Ergebnisse zu den Beziehungen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices im Projekt 2

Zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices gab es auch im Projekt 2 keine signifikanten Beziehungen (Tab. 27). Es zeigte sich die Tendenz einer negativen Beziehung zwischen der Laktationsnummer und dem Gesundheitsindex: je älter die Kühe waren, desto niedriger war tendenziell ihr Gesundheitsindex ($r_p = -0.307$; $n = 34$; $p < 0.1$).

Tab. 27: Irrtumswahrscheinlichkeiten der Korrelationen zwischen den Co-Faktoren und den Gesundheitsindices der Tiere im Projekt 2

	ALTER	LAKTNR	LAKTST	MILCHJ	MILCHTG	GEWICHT	MILCHKG
GI	n.s.	+-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
EGI	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Bei negativen statistisch auffälligen Korrelationen steht jeweils ein “-“

3.2.6. Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse im Projekt 2

Um die Frage beantworten zu können, ob die Hypothese zutrifft, dass die Gesundheit der Kühe in der Beobachtungsherde mit der Ausprägung ihrer wesentlichen arttypischen Eigenschaften in einem Zusammenhang steht, wurde auch im Projekt 2 mittels vorwärts schrittweisen linearen multiplen Regressionsanalysen untersucht, welcher Anteil der Varianz der Gesundheitsindices durch die beobachteten Eigenschaften erklärt werden kann. Alle beobachteten Eigenschaften und alle Co-Faktoren³⁴ wurden einbezogen. Wie in der Tabelle 28 zu sehen ist, ergab die Regressionsanalyse, dass die Varianz des Gesundheitsindex (GI) zu 32% durch die beobachteten Parameter erklärt werden konnte (korrigiertes $R^2 = 0.319$). Das Regressionsmodell als Ganzes war signifikant ($p < 0.01$). Die Residuen waren normal verteilt. Zwei Variablen, die einen signifikanten Regressionskoeffizienten zeigten, trugen zu dieser Erklärung bei, nämlich das 1. Quartil der BCS-Noten (BCS(quant1)) und die Spannweite der BCS-Noten (BCS(range)): Je höher das 1. Quartil der BCS-Noten war und je niedriger die BCS-Spannweite war, umso höher war der Gesundheitsindex; das heisst umso gesünder waren die Kühe, nach dem Modell:

$$\text{Gesundheitsindex GI} = -3.485 + 6.606 \text{ BCS(quant1)} + (-7.109 \text{ BCS(range)})$$

³⁴Obwohl einzelne BCS-Parameter untereinander korrelierten, konnten alle Variablen einbezogen werden, da keine hohe Kollinearität bestand: der Variationsinflationsfaktor (VIF-Wert) aller Variablen lag unter 4.

Tab. 28: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 2 zur Erklärung des Gesundheitsindex:

Abhängige Variable y ₁ : Gesundheitsindex GI.....					
Unabhängige Variablen (x)		Nicht standardisierte Koeffizienten b	Standardisierte Koeffizienten b'	t	p
Konstante (a)	-4.612			-0.772	0.447
x ₂₈ : BCS(quart1)		b ₂₈ = 7.081	0.499	3.266	0.003**
x ₃₀ : BCS(range)		b ₃₀ = -7.755	-0.481	-3.145	0.004**
R² = 0.363		korrigiertes R² = 0.319		p < 0.01	
n = 34					

In der Tabelle 29 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse dargestellt, bei welcher der Eutergesundheitsindex als abhängige Variable eingesetzt wurde. Diese Regressionsanalyse ergab, dass die Varianz des Eutergesundheitsindex (EGI) zu 24% durch die unabhängigen Variablen erklärt werden konnte (korrigiertes R² = 0.240). Das Regressionsmodell als Ganzes war signifikant (p < 0.01). Die Residuen waren normal verteilt. Die einzige erklärende Variable war das Temperament (TEMP(quart3)): Je ruhiger das Temperament des Tieres war, umso besser war die Eutergesundheit der Kuh, nach dem Modell:

$$\text{Eutergesundheitsindex EGI} = 4.00 + 2.06 \text{ TEMP}(\text{quart3})$$

Tab. 29: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse im Projekt 2 zur Erklärung des Eutergesundheitsindex

Abhängige Variable y ₂ : Eutergesundheitsindex EGI.....					
Unabhängige Variable (x)		Nicht standardisierter Koeffizient b	Standardisierter Koeffizient b'	t	p
Konstante (a)	3.631			1.369	0.181
x ₃₃ : TEMP(quart3)		b ₃₇ = 2.058	0.515	3.287	0.003**
R² = 0.265		korrigiertes R² = 0.240		p < 0.01	
n = 34					

4. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob die Ausprägung wesentypischer Eigenschaften von Milchkühen mit ihrer Gesundheit in einem Zusammenhang steht. Als wesentypische Eigenschaften wurden Parameter ausgewählt, die mit der im Leben des Rindes zentralen Verdauungs- und Stoffwechsellätigkeit zusammenhängen³⁵. Es wurden vierzehn Parameter des Wiederkäuerhaltens, vier Parameter des Liegeverhaltens, vier Parameter des Temperaments, zwei Parameter der Kotkonsistenz und acht Parameter der Körperkondition ausgewertet. Das Ziel der Arbeit war, neue Merkmale zu finden, die phänotypisch mit der Tiergesundheit zusammenhängen und die später für eine Zucht auf gute Tiergesundheit genutzt werden könnten. Die züchterische Förderung der Tiergesundheit ist in der biologischen Landwirtschaft besonders wichtig, da die Tiere möglichst natürlich und möglichst ohne therapeutische Eingriffe ihre Gesundheit erhalten können sollen³⁶. Gesundheitsmerkmale oder funktionale Merkmale, die mit der Tiergesundheit zusammenhängen, haben auch in der konventionellen Milchrinderzucht in den letzten Jahren einen immer höheren Stellenwert bekommen (BAPST & SPENGLER NEFF, 2002; WEGMANN, 2005; DUCROCQ, 2010). Merkmale des Tierverhaltens wurden aber bezüglich Züchtung bis heute nur sehr selten untersucht.

4.1. Studiendesign und Methoden

Die Untersuchung wurde in zwei Teilprojekten (Projekt 1 und 2) in einer Milchviehherde von 60 Kühen auf einem biologisch-dynamisch geführten Betrieb in der Schweiz durchgeführt. Da die Laktationszyklen der Kühe nicht einheitlich waren, kam es häufig vor, dass Tiere aus den Beobachtungsgruppen ausschieden, weil sie trocken gestellt und deshalb anders gefüttert wurden, oder dass neue hinzukamen, weil sie abgekalbt hatten. Deshalb konnte letztlich nur von 27 Kühen im Projekt 1 und von 34 Kühen im Projekt 2 ein vollständiger Datensatz ausgewertet werden. Diese Schwierigkeit hätte auf einem Betrieb mit saisonalen Abkalbungen vermieden werden können. Solche Biobetriebe mit genügend grossen Tierzahlen standen jedoch zu Beginn dieser Studie in der Schweiz nicht zur Verfügung.

³⁵Dass Verdauung und Stoffwechsel beim Rind im Zentrum stehen, kann - gemäss dem anthroposophischen Tierverständnis - aus der Anatomie und der Physiologie der Wiederkäuer hergeleitet werden: die Verdauungs- und Stoffwechselorgane sind äusserst differenziert und spezialisiert ausgebildet und das Tier verbringt die meiste Zeit des Tages mit Fressen und Wiederkäuen (SPRANGER, 2007).

³⁶Siehe hierzu: EU-Öko-Verordnung Nr. 1804 / 1999 und EC 834 / 2007; Schweizerische Bio-Verordnung: SR 910.18 vom 22. September 1997

Um individuelle Ausprägungen der Eigenschaften der Tiere zu finden, war es wichtig, dass die Umweltbedingungen für alle beobachteten Tiere so ähnlich wie möglich waren. Deshalb mussten auch alle ca. 50 Tiere möglichst zeitgleich beobachtet werden. Für die meisten Verhaltensbeobachtungen mussten dafür geeignete Methoden entwickelt werden, da die aus der Literatur bekannten Methoden (siehe Kap. 1.5.) nicht darauf ausgerichtet waren, individuelle Unterschiede festzustellen³⁷. Eine Grundvoraussetzung für die Feststellung einer individuellen Ausprägung von Eigenschaften der Tiere ist ihre intraindividuelle Konsistenz oder Reproduzierbarkeit (SCHRADER, 2001a; MÜLLER, 2004). Deshalb wurden die Beobachtungen jeweils bezüglich ihrer Reproduzierbarkeit überprüft.

4.1.1. Beobachtungsmethoden

Das Wiederkäuverhalten wurde direkt beobachtet. Die Beobachtung der Wiederkäudauer und der Wiederkäuperiodendauer wurde so aufgebaut, dass zwei Personen mit zwei Laptops und mit dem Programm „The Observer 3.0“ 50 Kühe im Anbindestall zeitgleich beobachten konnten. Die Beobachtung der Parameter des Wiederkäuzyklus wurde so organisiert, dass drei Personen innert drei Stunden 50 Kühe je 10 mal beobachten konnten. Die Liegedauer und die Häufigkeit des Abliegens und Aufstehens wurden gleichzeitig und mit der gleichen Methode wie die Wiederkäudauer erfasst. Für die Beurteilung der Kotkonsistenz wurde aufgrund der Fachliteratur für die landwirtschaftliche und die tierärztliche Praxis (ROSENBERGER et al., 1990) eine Kotbenotungsskala zusammengestellt, die die direkte Beurteilung des frischen Kotes aller ca. 50 Tiere innerhalb von zwei bis drei Stunden erlaubte. Für die Beurteilung des Temperamentes wurde - abgeleitet aus der vorhandenen Literatur (GRANDIN, 1998; SEWALEM et al., 2001) - eine Methode entwickelt, bei der ca. 50 Tiere in einer leicht ungewohnten Situation, nämlich beim Gestriegeltwerden durch eine ihnen unbekannte Person, innerhalb von zwei Stunden beobachtet und gemäss einer Notenskala von 1 bis 5 beurteilt werden konnten. Die Körperkonditionsbeurteilung wurde nach der von FERGUSON et al. (1994) beschriebenen Methode immer von der gleichen Person an 16 Tagen, die regelmässig über das Jahr 2002 verteilt waren, durchgeführt. Für alle Verhaltensparameter und die Kotkonsistenz wurde - bei jeweils vier bis sechs Wiederholungen - eine gute intraindividuelle Reproduzierbarkeit gefunden; das heisst, dass eine individuelle Ausprägung dieser Eigenschaften beobachtbar war. Diese Ergebnisse zeigen, dass die gewählten Beobachtungsmethoden für die Erfassung

³⁷Obwohl in vielen Arbeiten darauf aufmerksam gemacht wird, dass individuelle Unterschiede im Wiederkäuverhalten bestehen (HARDISON et al., 1956, DE BOEVER et al., 1993b, PEREZ BARBERIA & GORDON, 1998, SCHRADER, 2001a)

individueller Eigenschaften und damit für die Bearbeitung der oben genannten Fragestellung geeignet waren. Die Konsistenz des Verlaufes der Körperkondition (BCS) konnte nicht überprüft werden, da dafür die Verläufe für jedes Tier über mehrere Laktationen hätten beobachtet werden müssen. Eine gute Reproduzierbarkeit der Körperkondition über mehrere Laktationen wird jedoch von BASTIN et al. (2010) beschrieben.

Der Gesundheitsindex wurde in Anlehnung an die Arbeit von TIMMERMANN et al. (2005) entwickelt, der einen Gesundheitsindex für Kälber zusammenstellte. Alle Erkrankungen, die im Beobachtungsjahr 2002 aufgetreten sind - wie Fruchtbarkeits-, Euter- und Klauenprobleme sowie Verdauungs- und Stoffwechselstörungen - wurden für jedes Tier von der „maximalen Gesundheit“ (= nie krank = 15 Punkte) abgezogen. Wie bei TIMMERMANN et al. (2005) wurden aufgrund der unterschiedlichen Belastungen für das Tier die akuten Erkrankungen doppelt gezählt und die subklinischen einfach. Es war sinnvoll, die verschiedenen Krankheiten der Tiere in einem Index zusammenzufassen, da die meisten einzelnen Krankheiten zu selten vorkamen, als dass man diese direkt für die statistischen Auswertungen hätte verwenden können. Einzig Eutergesundheitsprobleme kamen häufig vor. Deshalb wurde zusätzlich ein Eutergesundheitsindex berechnet, in den nur die Eutererkrankungen einbezogen wurden.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten statistischen Methoden, nämlich Korrelationen und multivariate Regressionsmodelle sind für Datensätze, wie sie in der vorliegenden Arbeit generiert wurden, üblich und geeignet (TERLOUW et al., 2005).

In den folgenden Kapiteln werden vorwiegend die in den Regressionsanalysen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0.05$ gefundenen Zusammenhänge diskutiert. Von den Ergebnissen der univariaten Korrelationen werden hier nur jene diskutiert, die mit den gegebenen physiologischen Zuständen der Tiere (Co-Faktoren) zu tun haben. Die Korrelationen der beobachteten Eigenschaften untereinander lassen sich nicht einzeln interpretieren, da viele Bezüge zu den Co-Faktoren bestehen, welche die Bezüge der beobachteten Eigenschaften untereinander beeinflussen. Die Regressionsmodelle berücksichtigten alle Bezüge der verschiedenen Variablen untereinander.

Insgesamt war das Studiendesign geeignet und ausreichend für die Bearbeitung der Fragestellung. Es wäre aber interessant gewesen, wenn zusätzlich auch Parameter des Fressverhaltens hätten beobachtet werden können. Die in der Vorbereitungsphase dafür versuchsweise eingesetzten Methoden waren jedoch nicht zufriedenstellend, da sie keine konsistenten Resultate ermöglichten; deshalb wurde dieses Thema nicht weiter bearbeitet.

4.2. Interpretation der Korrelationen der Co-Faktoren untereinander und der Korrelationen zwischen den Co-Faktoren und den beobachteten Eigenschaften

Die Co-Faktoren beschreiben gegebene physiologische Zustände der Tiere. Die Beziehungen dieser Co-Faktoren untereinander waren nahezu alle logisch und so zu erwarten (Kap. 3.1.5., Tab. 17 und Kap. 3.2.4., Tab.25). Das bedeutet, dass die Herde bezüglich ihrer physiologischen Grundeigenschaften ausgewogen und repräsentativ war. Einzig die positive Korrelation zwischen der Höhe der Jahresmilchleistung und dem Laktationsstadium im Projekt 1 (Tab. 17) war nicht vorherzusehen. Diese im Projekt 1 aufgetretene Beziehung zeigte sich in der Tiergruppe des Projektes 2 (Tab. 25) nicht. Sie entstand, weil einige Kühe mit hohen Jahresmilchleistungen zur Zeit der Beobachtungen im Projekt 1 am Ende ihrer Laktation standen.

Zwischen dem Alter und der Laktationsnummer der Tiere und den beobachteten Verhaltenseigenschaften gab es mehrere Zusammenhänge: Dass jüngere Tiere, insbesondere primipare, schneller und mit mehr Kieferschlägen pro Bissen wiederkäuten als ältere, wurde auch von JEON & MINORU (1988) und von MATSUI (1995) beschrieben. Ältere Tiere zeigten auch ein ruhigeres Temperament, eine kürzere Liegedauer pro Tag und eine geringere Variation der Liegedauer als jüngere und sie legten sich weniger häufig hin. Dass ältere Tiere ein ruhigeres Temperament zeigten, ist plausibel, da das Temperament nicht nur mit dem Charakter eines Tieres zusammenhängt, sondern auch mit seiner Lebenserfahrung oder mit der Gewöhnung an die Umwelt auf dem Betrieb. Ältere Tiere sind auch meistens ranghohe Tiere und haben schon deswegen ein ruhigeres Verhalten (und weniger Stress) als rangniedrige (SCHEIBE, 1982). Auch SCHRADER (2001b) fand bei älteren Milchkühen geringere Stressreaktionen als bei jüngeren. Damit kann auch die geringere Variation der Liegedauer bei älteren Kühen zusammenhängen: ältere Tiere lassen sich in der Regel weniger beim Liegen stören als jüngere und können deshalb ihr Liegeverhalten konsistenter durchführen.

Für die gefundene positive Korrelation zwischen der Tagesmilchleistung und der Variation der Abliegevorgänge sowie der Variation der Liegedauer gibt es keinen plausiblen Erklärungsansatz.

Dass mit fortgeschrittenem Laktationsstadium - und damit mit fortgeschrittener Trächtigkeit - das Wiederkäuen langsamer und die Kotkonsistenz gleichmässiger wurde, kann damit zusammenhängen, dass am Ende der Laktation die Futteraufnahme geringer war und eher rohfaserreicherer Futter (mehr Heu als Silage) ohne Kraftfutterzusatz aufgenommen wurde. Dies lässt sich aus den direkten Beobachtungen der Futteraufnahme, die am 28. Februar 2002 bei 13 Kühen der Beobachtungsherde (11 davon laktierend) durchgeführt wurden, ableiten. (Die entsprechenden Ergebnisse sind im Anhang 2 aufgeführt.) GORDON (1968) beschrieb, dass Rinder, deren Ration einen höheren Heuanteil (gegenüber Silage) enthielt, eine längere Wiederkäuzeit pro Bissen zeigten (dies kann mit einer langsameren Wiederkäutätigkeit zusammenhängen). Weitere Literaturstellen zu diesem Aspekt wurden nicht gefunden.

Beim Gewicht der Tiere zeigten sich teilweise die gleichen Zusammenhänge wie beim Alter bzw. wie bei der Laktationsnummer, denn die älteren Tiere waren meist auch schwerer als die jüngeren (insbesondere als die primiparen). Die Gewichtsunterschiede zwischen den Tieren hingen in der Beobachtungsherde eng mit den Grössenunterschieden zusammen. Es handelte sich nicht um Unterschiede im Nutzungstyp, da alle Tiere der Herde der gleichen Rasse und dem gleichen milchbetonten Zweinutzungstyp angehörten. Die positive Korrelation zwischen dem Gewicht der Tiere und der Spannweite der BCS-Noten bedeutet, dass schwerere Tiere höhere Körperkonditionsunterschiede, also eine weniger stabile Körperkondition hatten als leichtere. THOMET & STEIGER BURGOS (2007) betonen, dass grössere, schwerere Kühe einen höheren Erhaltungsbedarf haben als kleinere. In ihrer Studie zeigten kleinere, leichtere Kühe der Rassen Braunvieh und Swiss Fleckvieh in Vollweidesystemen eine bessere BCS-Stabilität als grössere. THOMET & STEIGER BURGOS (2007) sehen den Grund darin, dass der Verzehr von Weidegras limitiert ist, sodass weidende Kühe mit einem höheren Bedarf (inkl. Erhaltungsbedarf) oft zu wenig Futter im Verhältnis zum Bedarf aufnehmen können (siehe auch: HORAN et al. (2005)). In unserer Beobachtungsherde wurde sehr raufutterbetont gefüttert (wie es auf Biobetrieben in der Schweiz üblich ist), sodass der gleiche Grund (der höhere Erhaltungsbedarf) für die höheren BCS-Schwankungen bei den schwereren und grösseren

Tieren angenommen werden kann. Auch SCHORI & MÜNGER (2009) verglichen kleine, leichte Kühe aus Neuseeland mit grösseren, schwereren, schweizerischen Holsteinkühen auf dem gleichen Biobetrieb in der Schweiz unter Vollweidebedingungen. Im ersten Jahr zeigten die kleineren Tiere trotz gleich hoher Milchleistung pro Kilogramm Körpergewicht höhere Protein- und Laktosegehalte in der Milch und einen höheren Gewichtszuwachs während der ersten Laktation als die grösseren Tiere. Die Daten zur Körperkondition, zur Fruchtbarkeit und zur Gesundheit der Tiere dieser Studie sind noch nicht veröffentlicht. CONINGTON et al. (2010) stellten anhand von Literaturstudien fest, dass grössere Kühe tendenziell eine schlechtere Fruchtbarkeit haben als kleinere. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wie auch die Ergebnisse der erwähnten Studien lassen die Folgerung zu, dass Betriebe, die raufutter- und weidebetont füttern und deshalb nicht zu jedem Zeitpunkt jedes Tier ganz leistungsgerecht füttern können, eher leichtere, kleinere Milchkühe halten sollten.

Zwischen der Jahresmilchleistung und dem Wiederkäuerverhalten gab es keinen Zusammenhang. Diese Feststellung machten auch DULPHY et al. (1979), DADO & ALLEN (1994), HARDISON et al. (1956) und METZ (1975). DULPHY et al. (1979) und DADO & ALLEN (1994) beschreiben aber eine positive Korrelation zwischen der aktuellen Milchleistung (Tagesmilchleistung) und der Wiederkäudauer pro Tag, die sich in der vorliegenden Untersuchung nicht zeigte. Die Jahresmilchleistung war hingegen positiv mit der Körperkondition zu Beginn der Laktation korreliert. Dass die BCS-Noten 1-3 Wochen *post partum* (BCS(1-3pp)) bei Kühen mit höheren Jahresmilchleistungen höher waren, entspricht nicht den Ergebnissen anderer Studien. Allerdings wurden die in der Literatur zu findenden Untersuchungen dazu jeweils bei Holsteinkühen gemacht, die in der Regel höhere Milchleistungen haben als Tiere der Rasse Swiss Fleckvieh: LOKER et al. (2010) fanden einen negativen Zusammenhang zwischen der Jahresmilchleistung und dem BCS, der allerdings in den ersten Laktationswochen nicht stark war. YAMAZAKI et al. (2010) fanden ebenfalls diesen negativen Zusammenhang, der auch in ihrer Studie in den ersten Laktationstagen nur schwach war. Auch MASUDA et al. (2010) fanden einen negativen Zusammenhang zwischen der Jahresmilchleistung und der Körperkondition, definierten aber nicht, in welchem Laktationsabschnitt die BCS-Beurteilungen stattfanden. MACHADO et al. (2010) fanden hingegen einen positiven Zusammenhang zwischen der Körperkondition zum Zeitpunkt des Trockenstellens und der durchschnittlichen Tagesmilchleistung. Ein starker Körperfettabbau ist in der Regel nach den

ersten zwei bis drei Laktationswochen deutlich feststellbar (ROCHE et al., 2009) und dieser ist bei hohen Tagesmilchleistungen besonders hoch. Es könnte sein, dass in der vorliegenden Arbeit der Körperfettabbau beim Parameter BCS(1-3pp) noch nicht weit fortgeschritten war, und dass sich deshalb kein negativer, sondern ein positiver Zusammenhang zur Milchleistung zeigte, wie ihn MACHADO et al. (2010) für die Trockenstehzeit feststellten. Zwischen der Jahresmilchleistung und dem Temperament zeigte sich eine positive Beziehung: Kühe mit höheren Milchleistungen waren ruhiger. Diese Beziehung ist über das Alter der Tiere zu erklären: ältere Tiere hatten sowohl höhere Milchleistungen wie auch ein ruhigeres Temperament.

4.3. Interpretation der Ergebnisse der Regressionsanalysen im Projekt 1

Die Regressionsanalyse mit dem Gesundheitsindex als abhängiger Variable ergab, dass die beiden Variablen „Variation der Wiederkäugeschwindigkeit“ und „Häufigkeit der Abliegevorgänge“ zusammen 23% der Variation des Gesundheitsindex im Projekt 1 erklären. Alle anderen im Projekt 1 beobachteten Parameter zeigen keinen Zusammenhang zum Gesundheitsindex. Anhand der standardisierten Regressionskoeffizienten (Tab. 20) sieht man, dass die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit ($b' = 0.482$; $p < 0.05$) ein grösseres Gewicht für die Erklärung der Variation des Gesundheitsindex hat als der Mittelwert der Anzahl Abliegevorgänge ($b' = 0.379$; $p < 0.05$). Es ist möglich, dass bei Kühen allgemein ein Zusammenhang zwischen der Variation der Wiederkäugeschwindigkeit und der Gesundheit der Tiere existiert, denn die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit könnte mit einer Anpassung des Wiederkäuens an das Futter verbunden sein, sodass ein gesundes Tier seine Wiederkäutätigkeit stets flexibel den Variationen des Futters anpasst. Um dazu genauere Aussagen machen zu können, müssten weitere diesbezügliche Untersuchungen in mehreren Herden durchgeführt werden. Falls dieser Zusammenhang tatsächlich besteht, kann diese Variabilität im Wiederkäuverhalten als Flexibilität des Tieres im Umgang mit dem Futter interpretiert werden. Sofern diese Eigenschaft auch erblich ist, wäre es sicher sinnvoll, sie in Herden auf Biobetrieben züchterisch zu fördern.

Der positive Zusammenhang zwischen der Anzahl Abliegevorgänge und der Tiergesundheit ist nur unter Einbezug des Alters der Tiere interpretierbar: Jüngere Tiere wurden häufiger von anderen (meist älteren) Tieren aufgejagt. Deshalb war die Anzahl Abliegevorgänge bei

jüngeren Tieren höher. Und bei den jüngeren Tieren zeigte sich auch eine Tendenz zu einer geringeren Erkrankungshäufigkeit, d.h. zu einem höheren Gesundheitsindex. Da dieser Zusammenhang zwischen Alter und Gesundheit bekannt und normal ist, muss das Resultat zu den Abliegevorgängen als irrelevant angesehen werden. (Die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit ist hingegen nicht altersabhängig.)

Die Regressionsanalyse mit dem Eutergesundheitsindex als abhängiger Variable ergab im Projekt 1 kein brauchbares Modell.

4.4. Interpretation der Ergebnisse der Regressionsanalysen im Projekt 2

4.4.1. BCS und Gesundheitsindex

Die Regressionsanalyse mit dem Gesundheitsindex als abhängiger Variable ergab, dass die beiden Variablen „Spannweite der BCS-Noten“ und „1. Quartil der BCS-Noten“ zusammen die Variation des Gesundheitsindex im Projekt 2 zu 32% erklären. Anhand der standardisierten Regressionskoeffizienten (Tab. 28) ist zu sehen, dass die Beziehung zwischen der Spannweite der BCS-Noten und der Tiergesundheit ($b' = -0.443$; $p < 0.01$) etwa gleich deutlich, aber reziprok ist gegenüber der Beziehung zwischen dem 1. Quartil der BCS-Noten ($b' = 0.451$; $p < 0.01$) und der Tiergesundheit. Dies bedeutet, dass Kühe, die geringe Unterschiede in der Körperkondition zeigten und deren Körperkonditionswerte im niedrigen Bereich nie ganz niedrig (nicht unter 2.75) waren, gesünder waren als Kühe mit grossen Schwankungen und niedrigeren BCS-Werten.

Ähnliche Zusammenhänge wie diese, aber ausschliesslich auf die Fruchtbarkeit bezogen, wurden in vielen anderen Arbeiten beschrieben: MARKUSFELD et al. (1997) fanden in Israel bei einer Untersuchung der Körperkondition von über 2000 HF-Kühen beim Trockenstellen und beim Abkalben Zusammenhänge zwischen Unterkonditionierung in der Trockenstehzeit und späteren Fruchtbarkeitsproblemen. GREDLER et al. (2006a, b) fanden in ihrer Studie mit über 8'700 österreichischen und deutschen Simmentaler Zweinutzungskühen, dass niedrige BCS-Werte in den ersten Wochen nach dem Abkalben mit längeren Rastzeiten und längeren Serviceperioden zusammenhingen; sie fanden auch entsprechende genetische Korrelationen (= Korrelationen von Zuchtwerten). Den gleichen negativen Zusammenhang zwischen BCS-Werten während der Laktation und der Rastzeit bzw. der Günstzeit fanden auch DECHOW et al.

(2001), PRYCE et al. (2001), BERRY et al. (2003) und BASTIN et al. (2010), alle bei der Rasse Holstein Friesian. ROCHE et al. (2009), die zahlreiche Arbeiten der letzten 10 Jahre zum BCS bei Milchkühen zusammengefasst und kommentiert haben, fanden diesen Zusammenhang zwischen BCS und Fruchtbarkeit in vielen Publikationen aus unterschiedlichen Ländern. RUEGG & MILTON (1995) fanden bei 429 Holsteinkühen in Kanada, dass diejenigen Kühe, bei denen Krankheiten (nicht nur Fruchtbarkeitsprobleme) diagnostiziert worden waren, höhere BCS-Verluste zu Beginn der Laktation zeigten als gesunde Kühe. In einer Studie mit 99 Biobetrieben im Schweizer Berggebiet wurde auf Herdenebene ein negativer Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen BCS-Wert der Kühe in Laktation und ihrer Zwischenkalbezeit und ein positiver Zusammenhang zwischen dem BCS-Wert der Kühe und der Nutzungsdauer gefunden (SPENGLER NEFF et al., 2010a, b). MACHADO et al. (2010) fanden in einer Milchviehherde von 573 Kühen in den USA einen Zusammenhang zwischen niedrigen BCS-Werten zum Zeitpunkt des Trockenstellens und häufigeren Klauenproblemen. ROCHE et al. (2009) haben in ihrer Literaturstudie keinen so deutlichen Zusammenhang von BCS-Werten zur allgemeinen Gesundheit bzw. zur Krankheitsanfälligkeit gefunden wie zur Fruchtbarkeit. Sie schreiben, es gebe dazu noch zu wenige Forschungsergebnisse. Zudem könne ein solcher Zusammenhang auf zwei Weisen entstehen: Einerseits könnten Kühe mit einer stark negativen Energiebilanz krankheitsanfälliger werden, andererseits würden kränkliche Tiere häufig weniger fressen (BAREILLE et al., 2003) und deshalb mehr Körperfett mobilisieren und abmagern; ein Ursache-Wirkungs-Zusammenhang könne in beiden Richtungen vorkommen.

Die Zusammenhänge zwischen der Körperfettmobilisierung und der Krankheitsanfälligkeit bzw. der verschlechterten Fruchtbarkeit sind physiologisch gut erklärbar: Kühe magern zumeist am Anfang ihrer Laktation ab und legen am Ende der Laktation und in der Trockenstehphase wieder Fettreserven an. Die Körperfettmobilisierung nach dem Gebären ist ein natürlicher Vorgang, der bei allen Säugerarten auftritt und der damit zusammenhängt, dass der Körper zu Beginn der Laktation oft mehr Energie für die Milchproduktion zur Verfügung stellen muss als er mit der Nahrung aufnehmen kann (ROCHE et al., 2009). Die intensive Züchtung auf hohe Produktionsleistungen hat jedoch beim Milchrind wie bei keiner anderen Tierart dazu geführt, dass zu Beginn der Laktation sehr hohe Milchmengen produziert werden, wofür auch hohe Körperfettmengen mobilisiert werden müssen. Tiere, die am Anfang der Laktation viel mehr Energie für die Milchproduktion brauchen als sie mit dem Futter

aufnehmen können und Tiere, die am Anfang der Laktation über sehr viel Körperfett verfügen, bauen viel Körperfett ab. Auch bei sehr guter, gehaltreicher Fütterung lässt sich dies nicht vermeiden (ROCHE et al., 2009). Durch diese Fettabbauprozesse werden in der Leber Ketonkörper (Fettstoffwechselprodukte) gebildet, die in grossen Mengen vom Organismus nicht mehr verwertet werden können und deshalb die Leber stark belasten. In der Folge kann es zu Stoffwechselkrankheiten (z.B. Ketose oder Fettlebersyndrom), Fruchtbarkeitsproblemen und Immunschwächen kommen (siehe dazu LOTTHAMMER & WITTOWSKI, 1994; HEUER et al., 1999; PRYCE & LØVENDAHL, 1999; COLLARD et al., 2000; BUTLER et al., 2000; VEERKAMP, 2000).

In der vorliegenden Arbeit konnten die oben beschriebenen Zusammenhänge zwischen der Körperkondition und der Gesamtgesundheit der beobachteten Kühe einer Herde der Rasse Swiss Fleckvieh gezeigt werden. Das bedeutet, dass die mittlerweile in mehreren Holsteinpopulationen gefundenen Zusammenhänge zwischen BCS und Fruchtbarkeit und teilweise auch zwischen BCS und Gesundheit auch auf Einzelbetriebsebene bei der Rasse Swiss Fleckvieh mit einem mittleren Produktionsleistungsniveau feststellbar sind.

Hohe BCS-Spannweiten während einer Laktation sind ein Indiz dafür, dass zeitweise viel Körperfett abgebaut wurde, was zu den oben genannten Erkrankungsrisiken führen konnte. Niedrige BCS-Werte im 1. Quartil deuten darauf hin, dass die Tiere Phasen mit besonders geringen Körperfettreserven durchgemacht haben, was ebenfalls das Erkrankungsrisiko erhöhte. Aufgrund dieser Resultate ist es sinnvoll, auf Betriebsebene die Entwicklung der Körperkondition zu beachten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen somit die Praxisempfehlung, das Fütterungsmanagement über die Körperkondition der Tiere regelmässig zu beurteilen und darauf zu achten, dass die Spannweite der BCS-Werte beim einzelnen Tier nicht höher als 1.0 wird (MANSFELD et al., 2000). Eine Spannweite von 1.0 ist jedoch bereits sehr hoch. KLOCKE et al. (2007) bezeichnen einen BCS-Verlust bis zu 0.5 Punkten als normal. Bei Kühen mit höheren Werten stellten sie zu Beginn der Laktation, in den drei ersten (monatlich gemessenen) Milchprobenergebnissen bei den Milchgehalten ein typisches Lipomobilisationsmuster fest, welches einen zu hohen Fettabbau kennzeichnet. Deshalb empfehlen KLOCKE et al. (2007), eine BCS-Spannweite von höchstens 0.5 Punkten bei allen Kühen anzustreben.

4.4.1.1. Aus diesen Ergebnissen ableitbare Empfehlungen für die Züchtung

Die Körperkondition sollte nicht nur zur Überprüfung des Fütterungsmanagements beobachtet werden, sondern auch zur Feststellung individueller Unterschiede, die für Selektionsentscheidungen genutzt werden können. Es ist sinnvoll, BCS-Merkmale bei Milchkühen züchterisch zu bearbeiten, denn es ist aufgrund der in vielen Publikationen gezeigten guten Ererblichkeit von BCS-Werten (Tab. 30) davon auszugehen, dass BCS-Merkmale an die Nachkommen vererbt werden.

Auf Betriebsebene lässt sich dies relativ einfach und rasch umsetzen. Biobetriebe sollten Tiere für die Zucht auswählen, die geringe Körperkonditionsschwankungen aufweisen und die nicht zu stark abmagern (sofern sie auch sonst den Zuchtzielen entsprechen). Diese Eigenschaften sind Indizien dafür, dass das Tier mit seinen Umweltbedingungen gut zurechtkommt. Dies ist besonders für Biobetriebe wichtig, da ihre Umweltbedingungen - insbesondere die Fütterung - oft anders³⁸ sind und stärker variieren als auf konventionellen Betrieben (NAUTA, 2009). Deshalb ist eine gewisse Flexibilität oder Eigenaktivität der Tiere im Umgang mit ihrer Umwelt erforderlich, welche sich unter anderem darin zeigt, dass die Körperkondition relativ stabil bleibt, auch wenn Umweltbedingungen verändert werden. Eine stabile Körperkondition drückt aus, dass das Tier nebst der Energie für die Produktionsleistung auch für die Erhaltung des eigenen Organismus genügend Energie zur Verfügung hat³⁹. Die KB-Stiere und die meisten ihrer Vorfahren werden unter konventionellen, weniger variierenden Bedingungen gehalten. Deshalb ist es für Biobetriebe, die KB-Stiere einsetzen, besonders wichtig, dieses Selektionskriterium auf der weiblichen Seite bei den betriebseigenen Kühen zu nutzen, um dadurch die Krankheitsanfälligkeit zu verringern und die Anpassungsfähigkeit der Tiere züchterisch zu fördern. Zudem handelt es sich bei der Körperkondition um eine Eigenschaft, bei deren Beurteilung das ganze Tier regelmässig betrachtet wird und die von bloßem Auge und mit dem Tastsinn erfasst werden kann. Eine geübte Person benötigt für eine BCS-Beurteilung nur ca. 10 Sekunden. Die regelmässige BCS-Beurteilung durch das Betreuungspersonal kann auch die gute Beobachtung der Tiere und dadurch die Mensch-Tier-Beziehung fördern. Aus der Literatur (Tab. 30) und den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit

³⁸ Anders sind sie bezüglich raufutterbetonter Fütterung, mehr Weidegang und geringeren Kraftfuttergaben.

³⁹ Dies muss nicht zwingend eine geringere Milchleistung zur Folge haben, wie MACHADO et al. (2010) gezeigt haben; die Milchleistung passt aber dann besser zur Futtergrundlage. In Kombination mit einer guten Persistenz können sowohl die Milchleistung wie auch die Körperkondition auf einem hohen Niveau liegen.

lässt sich für die züchterische Nutzung der Körperkonditionsbeurteilung ableiten, dass die BCS-Werte bei jeder Kuh in der ersten und etwa in der fünfzehnten Laktationswoche (dann ist die Erbllichkeit am besten) beurteilt werden und die Differenz der beiden Werte berechnet werden sollten. Noch besser ist eine monatliche Beurteilung der Tiere.

Tab. 30: Heritabilitätsschätzwerte für BCS-Parameter in verschiedenen Laktationsabschnitten

Literaturangabe	Anzahl Kühe (Land)	BCS-Parameter	Erblichkeit
GALLO et al., 2001	1344 HF-Kühe in 25 Herden (Italien)	1. – 130. Laktationstag	$h^2=0.27$
		131. – 300. Laktationstag	$h^2=0.36$
		trockenstehende Kühe	$h^2=0.32$
BERRY et al., 2003	8725 multipare HF-Kühe (Irland)	1. Laktationstag	$h^2=0.39$
		105. Laktationstag	$h^2=0.51$
LASSEN et al., 2003	28'948 primipare HF-Kühe in 3894 Herden (Dänemark)	30. – 150. Laktationstag, im Rahmen des „national conformation scoring“	$h^2=0.14 - 0.29$
Kadarmideen & Wegmann, 2003	31'500 primipare HF- Kühe von 545 Stieren in 1867 Herden (Schweiz)	BCS als Bestandteil der linearen Beschreibung (Zeitpunkt nicht definiert)	$h^2=0.24$
DECHOW et al., 2004	119'215 primipare und multipare HF-Kühe (USA)	1. Laktationstag, 1. Laktation	$h^2=0.15$
		200. Laktationstag, 1. Laktation	$h^2=0.24$
WALL et al., 2005	28'198 primipare HF-Kühe von 954 Stieren in 2180 Herden (UK)	10.-29. Laktationstag (1454 Kühe)	$h^2=0.37$
		90.-119. Laktationstag (4045 Kühe)	$h^2=0.51$
		180.-209. Laktationstag (2947 Kühe)	$h^2=0.29$
		240.-290. Laktationstag (2298 Kühe)	$h^2=0.19$
GREDLER et al., 2006b	8767 primipare Simmentaler Kühe (Österreich)	In den ersten Laktationswochen	$h^2=0.44$
PRYCE & HARRIS, 2006	169'661 primipare HF- und Jersey- Kühe (Neuseeland)	1. Laktationstag	$h^2=0.32$
		200. Laktationstag	$h^2=0.24$
DAL ZOTTO et al., 2007	32'359 primipare Brown Swiss-Kühe (Italien)	BCS als Bestandteil der linearen Beschreibung, ab 30. Laktationstag (Zeitpunkt nicht definiert)	$h^2=0.15$
BASTIN et al., 2010	12'481 Kühe in 97 Herden	Ø BCS, regelmässig gemessen, 1. Laktation	$h^2=0.19$
		Ø BCS, regelmässig gemessen, 2. Laktation	$h^2=0.21$
		Ø BCS, regelmässig gemessen, 3. Laktation	$h^2=0.29$
LOKER et al., 2010	15'681 Kühe	1. Laktation, 45. Laktationstag	$h^2=0.30$
		1. Laktation, 305. Laktationstag	$h^2=0.48$

Kühe, mit denen weitergezüchtet werden soll, sollten eine möglichst geringe Differenz aufweisen (≤ 0.5) und der BCS-Wert in der 15. Laktationswoche sollte mindestens auf dem Durchschnittsniveau der Herde liegen. In der biologischen Landwirtschaft sollte die BCS-Beurteilung vermehrt in die Beratung einbezogen und mit der Züchtung / Selektion auf Betriebsebene verbunden werden.

Auch in die Zuchtwertschätzungen und Zuchtprogramme der Zuchtorganisationen sollte das Merkmal BCS einbezogen werden. Bei den HF-Kühen in der Schweiz (KADARMIDEEN & WEGMANN, 2003) und in Neuseeland (PRYCE & HARRIS, 2006) sowie bei den Brown Swiss-Kühen in Italien (DAL ZOTTO et al., 2007) werden BCS-Werte bereits routinemässig mit der linearen Beschreibung erhoben. Bei den dänischen primiparen HF-Kühen wird der BCS im Rahmen des „national conformation scoring“ in der ersten Laktationshälfte erhoben. Mehrere Autorinnen und Autoren empfehlen, BCS-Werte als Hilfsmerkmale für Fruchtbarkeit in die Zuchtwertschätzungen einzubeziehen, da sie eine bessere Erbllichkeit aufweisen als die Fruchtbarkeitsmerkmale selbst, mit diesen aber gut korrelieren und da sie relativ früh im Leben einer Kuh (zu Beginn der ersten Laktation) erhoben werden können (PRYCE & HARRIS, 2006; DAL ZOTTO et al., 2007). LASSEN et al. (2003) und PRYCE & HARRIS (2006) betonten, dass die verschiedenen BCS-Werte, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten während einer Laktation erhoben wurden, stark untereinander korrelierten. LOKER et al. (2010) stellten fest, dass BCS-Merkmale von verschiedenen Laktationen stark untereinander korrelierten und dass es deshalb gut möglich sei, für zukünftige Zuchtwertschätzungen nur BCS-Werte der ersten Laktation zu verwenden. Bis jetzt bestehen aber noch keine generellen Empfehlungen, wie BCS-Merkmale definiert und gemessen werden sollen, damit sie in die Zuchtwertschätzungen einbezogen und auf Populationsebene züchterisch bearbeitet werden können. Dazu sind weitere Studien nötig. Aufgrund der Literatur (LASSEN et al., 2003; PRYCE & HARRIS, 2006; LOKER et al., 2010) scheint es so zu sein, dass BCS-Bestimmungen in der 1. Laktation dafür genügen. Wichtig ist aber, dass festgelegt wird, in welchem Laktationsstadium die BCS-Werte zu erheben sind, damit sie vergleichbar sind. Wegen der guten Erbllichkeit von BCS-Werten, die um die 15. Laktationswoche herum erhoben worden sind (Tab. 30), sollte wenn möglich dieser Zeitraum dafür ausgewählt werden. Es wäre sinnvoll, die BCS-Werte zusammen mit der linearen Beschreibung zu erheben, weil sie dann durch gut geschultes Personal durchgeführt würden. In der Tabelle 30 ist zu sehen, dass die Heritabilitätsschätzwerte für BCS-Merkmale

bei einer Erhebung während der routinemässigen linearen Beschreibung relativ gering sind gegenüber BCS-Werten, die zu definierten Laktationszeitpunkten ermittelt wurden. Deshalb müsste für die BCS-Beurteilung während der linearen Beschreibung der jeweilige Zeitpunkt tierindividuell in den genannten Laktationszeitraum gelegt werden. Vermutlich wäre eine zwei- bis dreimalige Bestimmung des BCS-Wertes pro Tier noch genauer (z.B. 3. Woche, 15. Woche und zum Trockenstellen), da dann auch Differenzen berechnet werden könnten. Diese Erhebungen könnten durch die Milchkontrolleurin oder den Milchkontrolleur durchgeführt werden. Dies hätte auch den Vorteil, dass die Erhebungen besser in den gewünschten Laktationszeitraum gelegt werden könnten. In diesem Fall müssten aber weit mehr Personen gut geschult werden, als wenn die BCS-Werte gleichzeitig mit der linearen Beschreibung erhoben würden und das Risiko, dass die Daten nicht genau gleich erhoben würden, wäre dadurch grösser. Dieses Argument spricht für die erstgenannte Variante der BCS-Erhebung während der linearen Beschreibung. Diese Variante wird - wie oben beschrieben - bereits in mehreren Populationen praktiziert, jedoch jeweils ohne Festlegung eines bestimmten Zeitpunktes innerhalb der Laktation. Es ist wichtig, dass bei einer Einführung von Leistungsprüfungen für BCS-Merkmale alle Beteiligten die BCS-Beurteilung nach der gleichen Methode (inkl. Laktationszeitpunkt) durchführen. Insbesondere bei international geführten Rassen sollte die Methode auch länderübergreifend einheitlich sein.

4.4.2. Temperament und Eutergesundheitsindex

Die Regressionsanalyse mit dem Eutergesundheitsindex als abhängiger Variable ergab, dass die Variable „3. Quartil der Temperamentsnoten“ die Variation des Eutergesundheitsindex im Projekt 2 zu 24% erklärt. Kühe mit einer hohen Temperamentsnote im 3. Quartil, das heisst mit einem ruhigen Temperament, zeigten in der Beobachtungsherde eine bessere Eutergesundheit als Kühe mit nervösem Temperament. Dieser Zusammenhang ist mit einem standardisierten Regressionskoeffizienten von $b' = 0.515$ ($p < 0.01$) relativ stark ausgeprägt. Weitere erklärende Parameter für die Eutergesundheit wurden nicht gefunden. Es ist möglich, dass dieser Zusammenhang allgemein bei Kühen existiert, denn ein ruhiges Temperament kann zu einer geringeren Stressanfälligkeit beitragen, die oft auch mit einer geringeren Krankheitsanfälligkeit in einem Zusammenhang steht (siehe dazu die Untersuchungen zur Stressanfälligkeit von Besamungsbullen und zur Gesundheit ihrer weiblichen Nachkommen von ANDRESEN et al., 2001). Psychoneuroimmunologische Studien im Humanbereich zeigen,

dass Nervosität beim Menschen zu höherer Krankheitsanfälligkeit führen kann (SCHEDLOWSKI, 1994). Auch zu anderen Säugerarten gibt es ähnliche Studien mit ähnlichen Ergebnissen, insbesondere zum Kaninchen (VON HOLST, 2004). Das gefundene Resultat kann deshalb als plausibel angesehen werden. Ein ruhiges Temperament gehört gemäss anthroposophischem Tierverständnis zum Rind (SCHAD, 1971; KRANICH, 2004; SPRANGER, 2007). Unter diesem Gesichtspunkt kann dieses Ergebnis auch so interpretiert werden, dass ein ruhiges Rind sein wesentypisches Temperament verwirklicht, und dass mit dieser Verwirklichung auch seine Gesundheit zusammenhängt.

IVEMEYER (2010) fand in ihrer Untersuchung zum Einfluss der Mensch-Tier-Beziehung auf die Eutergesundheit Zusammenhänge zwischen dem Ausschlagen der Kühe beim Melken und vermehrten Mastitis-Neuinfektionen, zwischen einem höheren Anteil positiver Interaktionen des Melkpersonals mit den Kühen beim Melken und geringeren Zellzahlen und weniger Mastitisvierteln sowie zwischen einem höheren Anteil scheuer Kühe in der Herde und einem höheren Anteil zellzahlerhöhter Viertel. Diese Ergebnisse können ebenfalls so interpretiert werden, dass weniger gestresste Kühe weniger Euterprobleme hatten.

In einer kanadischen Studie (SEWALEM et al., 2002) wurde jedoch ein gegenteiliger Zusammenhang gefunden: Bullen mit einem hohen Zuchtwert für ein ruhiges Temperament während des Melkens („milking temperament“) hatten niedrige Zuchtwerte für die Zellzahl („somatic cell score“= SCS), vererbten also eher hohe Zellzahlen. Die vorliegenden Untersuchungen zum Temperament bezogen sich jedoch nicht auf Zuchtwerte, sondern auf phänotypische Beobachtungen beim Putzen der Tiere. Deshalb sind sie nicht gut vergleichbar mit der kanadischen Studie.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde eine weitere Untersuchung zu dieser Thematik am FiBL durchgeführt (RIEGER, 2007): Die Bäuerinnen und Bauern von 43 Betrieben wurden zum Temperament von insgesamt 1049 Kühen befragt. In die Auswertungen konnten aber wegen teilweise unvollständiger Daten nur 467 Kühe einbezogen werden. Die Temperamentsbeurteilungen der Tiere erfolgten über Befragungen der Tierhalterinnen und Tierhalter. Die Ergebnisse dieser Befragungen wurden in Beziehung gesetzt zur Eutergesundheit der Tiere. Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Die für diese Erhebung

gewählte Untersuchungsmethode ist jedoch nicht gut vergleichbar mit der in der vorliegenden Arbeit angewendeten. Es bedarf weiterer Untersuchungen, um die Resultate zu erhärten oder zu verwerfen.

Das Temperament kann züchterisch bearbeitet werden, obwohl die Erbllichkeit in den meisten Studien als nicht sehr hoch eingeschätzt wird ($h^2 = 0.11 - 0.16$ nach SULLIVAN & BURNSIDE, 1988; $h^2 = 0.09$ nach JUGA, 1996; $h^2 = 0.45$ nach GRANDIN, 1998; $h^2 = 0.08$ nach SEWALEM et al., 2001; $h^2 = 0.12$ nach SEWALEM et al., 2009). Es ist noch unsicher, ob sich eine züchterische Bearbeitung des Temperamentes hinsichtlich einer Verbesserung der Eutergesundheit lohnen würde. Hingegen kann sie sich lohnen, um umgängliche Tiere zu fördern (SEWALEM et al., 2001).

5. Schlussfolgerungen für die ökologische Milchrinderzucht

In dieser Studie wurde der Frage nachgegangen, ob wesentypische Eigenschaften bei Kühen individuell ausgeprägt sind und ob die Ausprägung dieser Eigenschaften mit der individuellen Tiergesundheit zusammenhängt. Ziel war es, neue Hilfsmerkmale für die Züchtung auf gute Tiergesundheit zu finden, welche das ganze Tier und seine Wesensart einbeziehen. Es zeigte sich, dass die Tiere alle beobachteten Verhaltenseigenschaften individuell unterschiedlich und konsistent durchführten. Positive und relevante Bezüge dieser Verhaltenseigenschaften zur Tiergesundheit wurden für die Variation der Wiederkäugeschwindigkeit und für das ruhige Temperament gefunden. Zudem wurden Zusammenhänge zwischen einer stabilen und nicht zu niedrigen Körperkondition und einer guten individuellen Gesundheit der Tiere gefunden. Diese Eigenschaften haben mit der eigenaktiven und positiven Auseinandersetzung der Tiere mit ihrer Umwelt zu tun. Sie zeigen auch die Flexibilität der Tiere im Umgang mit ihrer Umwelt (siehe auch Kap. 1.3.4.). Wenn die Milchviehzucht unter Achtung der Integrität der Tiere erfolgen soll, wie VERHOOG et al. (2003) dies für die Erfüllung des Natürlichkeitsanspruches im ökologischen Landbau fordern (siehe Kap. 1.4.), ist es sinnvoll, solche Eigenschaften züchterisch zu fördern, welche die Beobachtung des ganzen Tieres und seines eigenaktiven, positiven Umweltbezuges voraussetzen und die für eine gute Tiergesundheit relevant sind.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen in einer Milchviehherde und der Literaturstudie der vorliegenden Arbeit lassen sich die folgenden Empfehlungen ableiten:

Für Züchterinnen und Züchter: Aus der vorliegenden Arbeit kann geschlossen werden, dass es auf dem einzelnen Biobetrieb sinnvoll ist, die Körperkondition der Kühe regelmässig zu beobachten und diese Beobachtungen in die Zucht- und Selektionsentscheidungen auf Betriebsebene einzubeziehen. Das ist relativ einfach umsetzbar, denn BCS-Beurteilungen sind von geübten Personen sehr schnell (in ca. 10 Sekunden pro Kuh) durchführbar⁴⁰. Eine monatliche Beurteilung aller Tiere ist sinnvoll. Kühe mit hohen Körperkonditionsschwankungen (> 0.5 Punkte / Jahr) oder mit häufig niedrigen Werten ($BCS \leq 2.5$) sollten eher nicht für die Weiterzucht verwendet werden (je nachdem, wie gut ihre anderen Eigenschaften sind), denn bei diesen Tieren ist davon auszugehen, dass sie nicht gut mit dem Futter und / oder mit dem Fütterungsmanagement auf dem Betrieb zurechtkommen, da sie zeitweise zu viel Energie über den Abbau von Körperfett mobilisieren, was zu Erkrankungsrisiken führt.

Auch das Temperament der Tiere kann in Selektionsentscheide auf Betriebsebene einbezogen werden. Dazu gehört die Beobachtung durch den Züchter oder die Züchterin, ob ein Zusammenhang mit der Tiergesundheit besteht, ob sich das Tier generell positiv mit der Betriebsumwelt auseinandersetzt und ob eine gute Mensch-Tier-Beziehung besteht.

Bei der züchterischen Nutzung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ist aber nicht nur die betriebliche Selektion auf die Eigenschaften „Temperament“, „BCS“ oder „BCS-Stabilität“ wichtig, sondern generell die Überlegung, welche Kuhtypen mit welchen Milchleistungen und welchen Charaktereigenschaften unter den gegebenen Betriebsbedingungen gehalten werden können, sodass eine standort- und betriebsgerechte Bio-Tierzucht erreicht werden kann.

Für Beraterinnen und Berater: Es ist wichtig, dass die Beratung zur Milchviehzucht im Biolandbau den Fokus vor allem auf die standortgerechte Zucht legt: Die Tiere müssen zu den Betrieben und zur Futtergrundlage der Betriebe passen (siehe dazu: SPENGLER NEFF et al.,

⁴⁰ Die Ergebnisse geben zudem für den Betrieb wichtige Hinweise für das Fütterungsmanagement; siehe MANSFELD et al., 2000

2007 und SPENGLER NEFF et al., 2010b). Um die für den jeweiligen Betrieb besonders geeigneten Tiere der Herde zu finden, sollten die BCS-Werte der Kühe von der Betriebsleitung regelmässig und schnell bestimmt und beurteilt werden können. Die Beratung sollte in Kursen nicht nur die Methode der BCS-Beurteilung weitergeben, sondern auch ihre Bedeutung für die Tiergesundheit und für die Zucht auf Betriebsebene hervorheben. Zudem sollte die Beratung die Landwirtinnen und Landwirte dazu ermuntern, ihre Tiere so oft wie möglich gut zu beobachten, um herauszufinden, welche Kühe - z.B. durch ihr Fress- oder Wiederkäuerverhalten oder ihr Temperament - besonders gut mit den Bedingungen auf dem Betrieb zurechtkommen. Zusätzlich ist für die Auswahl von KB-Stieren zu empfehlen, auf Inlandprüfung, auf gute Zuchtwerte bei den funktionalen Merkmalen (Zellzahl, Serviceperiode, Persistenz, Nutzungsdauer) und auf langlebige Mütter und Grossmütter zu achten. Für die Auswahl von Natursprungstieren ist zu empfehlen, diese auf Biobetrieben zu kaufen, die ähnliche Umweltbedingungen haben wie der eigene Betrieb. Die weiblichen Vorfahren des Stieres sollten den eigenen Zuchtidealen entsprechen.

Für die Milchviehzuchtorganisationen: Der Einbezug von BCS-Merkmalen (z.B. der BCS-Wert zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Laktation oder „BCS-Stabilität“ oder niedrigster BCS-Wert innerhalb einer Laktation = „BCS-Nadir“) in die Nachzuchtprüfungen von Besamungsbullen könnte für die Zucht auf eine gute Gesundheit interessant sein, zumal die Erbllichkeit von BCS-Merkmalen brauchbar hoch ist und phänotypische wie auch genotypische Beziehungen zur Fruchtbarkeit der Tiere nachgewiesen werden konnten (DAL ZOTTO et al., 2007). Zudem sind BCS-Merkmale nicht zwingend negativ korreliert mit der Milchleistung. BCS-Merkmale sind vor allem für Betriebe mit nicht stabilen Bedingungen (Biobetriebe und „low-input-Betriebe“) interessant. Für die ökologische Tierzucht hätten aber entsprechende Nachzuchtprüfungen nur dann eine grosse Bedeutung, wenn sie auf ökologischen Betrieben durchgeführt würden, da BCS-Merkmale stark von der Umwelt abhängig sind, insbesondere von der Fütterung und von der Höhe der Kraftfuttergaben (die sich insbesondere in der Schweiz zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben stark unterscheidet). BERRY et al. (2003) konnten in ihrer Studie mit 66 Milchviehherden in Irland zeigen, dass für BCS-Merkmale Genotyp x Umwelt – Interaktionen zwischen verschiedenen Weideintensitäten und zwischen unterschiedlich hohen Kraftfuttergaben bestanden. Deshalb sind Genotyp x Umwelt – Interaktionen zwischen den Zuchtwerten für BCS-Merkmale auf

konventionellen und ökologischen Betrieben zu erwarten. Es wäre sinnvoll, wenn die Zuchtorganisationen entsprechende Studien machen und praktikable Erfassungsverfahren für BCS-Merkmale entwickeln würden (siehe dazu auch GREDLER et al., 2006a, b).

Für Forscherinnen und Forscher: Es wäre interessant, in weiteren Herden nach einem Zusammenhang zwischen der Variation der Wiederkäugeschwindigkeit und der Tiergesundheit zu suchen, um den in der vorliegenden Arbeit gefundenen Zusammenhang verifizieren oder verwerfen und allenfalls besser interpretieren zu können. Auch zum Temperament der Tiere und seiner Beziehung zur Tiergesundheit wären weitere Forschungen sinnvoll. In der vorliegenden Arbeit wurde das Fressverhalten nicht beobachtet. Die entsprechenden Verhaltenseigenschaften sollten in weiteren Studien beobachtet und ebenfalls zur Tiergesundheit in Beziehung gesetzt werden. Darüber hinaus sollten die Genotyp x Umwelt-Interaktionen von BCS-Merkmalen auf konventionellen und ökologischen Betrieben verglichen werden. Wichtig ist, dass weitere Studien zur Ermittlung individueller Verhaltenseigenschaften möglichst in Betrieben mit saisonaler Abkalbung durchgeführt werden, sodass die Beobachtungsgruppen wegen der für alle gleich bleibenden Fütterung konstant bleiben.

Zusammenfassend sind die folgenden Ansätze für die ökologische Milchrinderzucht aus der vorliegenden Arbeit abzuleiten:

- Die BCS-Stabilität sollte als Selektionskriterium für die Zucht auf Betriebsebene auf ökologischen Betrieben empfohlen werden. Dazu ist Beratung erforderlich.
- BCS-Merkmale sollten als Hilfsmerkmale für Gesundheit für die landesweiten Milchviehzuchtprogramme in Betracht gezogen werden. Dafür sind noch weitere Untersuchungen zur Ermittlung der besten Erfassungsmethoden und der am besten geeigneten BCS-Merkmale sowie Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Genotyp x Umwelt-Interaktionen zwischen biologischen und konventionellen Betrieben nötig.
- Die Standort- und Betriebsbezogenheit ist bei der Auswahl der Kühe und der Kuhtypen für den Biobetrieb zentral. Wenn die Tiere zum Betrieb passen, ist die Chance für ihre stabile Körperkondition und für ihre gute Gesundheit gross. Die entsprechende Beratung sollte für die ökologischen Betriebe verstärkt werden.

- In der Tierzucht ist mit der Eigenaktivität und einem aktiven Umweltbezug der Tiere zu rechnen. Dazu gehört die Auswahl von Tieren zur Weiterzucht, die durch ihr Verhalten zeigen, dass sie sich aktiv und positiv mit ihrer Umwelt auseinandersetzen. Hierzu gehören beispielsweise Tiere mit einem ruhigen Temperament.

All diese Aspekte fördern eine die Integrität der Tiere achtende Tierzucht, welche immanent zum Biolandbau gehört (VERHOOG et al., 2003).

6. Literatur

Aeberhard, A., Rist, S., 2009: Transdisciplinary co-production of knowledge in the development of organic agriculture in Switzerland. *Ecological Economics*, 68(4):1171 - 1181

Altmann, J., 1974: Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3/4):227 - 267

Andresen, U., Kietzmann, M., Wesenauer, C., Andresen, P., 2001: Zur Konstitutionsbeurteilung von Besamungsbullen. *Tierärztliche Umschau*, 56:451 - 456

Andresen, U., Pavel, G., 1989: Zur Konstitutionsbeurteilung von Besamungsbullen. 2. Mitteilung: Zur Frage der Brauchbarkeit eines A.C.T.H.-Belastungsmodells bei der Erfassung der Konstitution von Besamungsbullen. *Tierärztliche Umschau*, 44(2):59 - 83

Avital, E., Jablonka, E., 2000: *Animal Traditions: Behavioural Inheritance in Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge; UK

Baars, T., 1989: Dirk Endendijk, 21 Jahre Linienzuchtbetrieb. Louis Bolk Instituut, Driebergen; Netherlands

Baars, T., 2002: Reconciling scientific approaches for organic farming research; Part I. Dissertation Wageningen University; Netherlands

Baars, T., Jahreis, G., 2009: Allergiezusammenhänge im Überblick: Milchfettqualität als schützende Massnahme gegen Allergien. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leiber, F., Dubois, D., Fried, P., Heckendorn, F., Hillmann, E., Klocke, P., Lüscher, A., Riedel, S., Stolze, M., Strasser, F., Van Der Heijden, M., Willer, H. (Hrsg.): 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich; Schweiz, 11. - 13. Februar 2009, 416 - 419

Baars, T., Schmidt, G., Olbrich-Majer, M., 2005a: *Linienzucht mit Kuhfamilien. Basis für eine biologische Rinderzucht*. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt; Deutschland

Baars, T., Spengler Neff, A., Spranger, J., 2005b: Gedanken zu einer biologisch-dynamischen Züchtung. In: Baars, T., Schmidt, G., Olbrich-Majer, M. (Hrsg.): Linienzucht mit Kuhfamilien, Basis für eine biologische Rinderzucht. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt; Deutschland, 93 - 106

Baars, T., Wagenaar, J.P., Padel, S., Lockeretz, W., 2004: The role of animals in farming systems: a historical perspective. In: Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V., Lockeretz, W. (Hrsg.): Animal health and welfare in organic agriculture. CABI, Wallingford; UK, 13 - 28

Bakels, F., 1959: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Milchleistung und Nutzungsdauer in einer Allgäuer Herde. Arbeiten aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München; Deutschland, Heft 1:1 - 30

Bakels, F., 1960: Ein Beitrag zur tierzüchterischen Beeinflussung der Nutzungsdauer und Lebensleistung des Rindes. Dissertation Universität München; Deutschland

Bakels, F., 1962: Untersuchungsergebnisse und Empfehlungen aus dem Tierzucht-Institut München zur Nutzungsdauer und Lebensleistung des Rindes. Arbeiten aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München; Deutschland, 4:8 - 42

Bakels, F., Postler, G., 1986: Grundlagen einer Tierzucht auf Lebensleistung. In: Sambraus, H.H., Boehncke, E. (Hrsg.): Ökologische Tierhaltung. Alternative Konzepte Nr. 53, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe; Deutschland, 81 - 88

Banos, G., Brotherstone, S., Coffey, M.P., 2007: Prenatal Maternal Effects on Body Condition Score, Female Fertility, and Milk Yield of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90:3490 - 3499

Bapst, B., 2001: Swiss experiences on practical cattle breeding strategies for organic dairy herds. In: Hovi, M., Baars, T. (Hrsg.): 4th NAHWOA Workshop, Wageningen; Netherlands, 24. - 27. März 2001, 44 – 50

Bapst, B., 2007: Einschätzung von Reproduktions- und Züchtungstechniken in der ökologischen Tierzucht am Beispiel der Rinderzucht. In: Tagung des Netzwerks Ökologische Tierzucht. Zukunftsstiftung Landwirtschaft, Kassel, März 2007 44-53

Bapst, B., Bieber, A., Haas, E., 2005: Untersuchungen zur Zuchtstrategie in Schweizer Bio-Braunviehbetrieben. In: Hess, J., Rahmann, G. (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel; Deutschland, 1. - 4. März 2005, 395 - 398

Bapst, B., Spengler Neff, A., 2002: Berücksichtigung der Gesundheit in der Milchviehzucht - Eine aktuelle Literaturübersicht. Studie im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Schweizerischer Rinderzüchter ASR; Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick; Schweiz

Bareille, N., Beaudeau, F., Billon, S., Robert, A., Faverdin, P., 2003: Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Production Science*, 83(1):53 - 62

Bartussek, H., 1988: Haltung. In: Haiger, A. (Hrsg.): *Naturgemässe Viehwirtschaft*. E. Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland, 147 - 243

Bastin, C., Gillon, A., Massart, X., Bertossi, C., Vanderick, S., Gengler, N., 2010: Genetic correlations among body condition score, yield and fertility in multiparous cows using random regression models. In: Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V. (Hrsg.): 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Leipzig; Deutschland, 1. - 6. August 2010

Baumung, R., Sölkner, J., Gierzinger, E., William, A., 2001: Ecological total merit index for an Austrian dual purpose cattle breed. In: Hovi, M., Baars, T. (Hrsg.): *Breeding and feeding for animal health and welfare on organic livestock systems*. 4th NAHWOA Workshop, Wageningen; Netherlands, 24 - 27 March 2001, 14 - 34

Beauchemin, K.A., Zelin, S., Genner, D., Buchanan Smith, J.G., 1989: An automatic system for quantification of eating and ruminating activities of dairy cattle housed in stalls. *Journal of Dairy Science*, 72(10):2746 - 2759

Beilharz, R.G., Luxford, B.G., Wilkinson, J.L., 1993: Quantitative genetics and evolution: Is our understanding of genetics sufficient to explain evolution? *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 110(3):161 - 170

Berge, S., 1959: Historische Übersicht über Zuchttheorien und Zuchtmethoden bis zur Jahrhundertwende. In: Hammond, J., Haring, F., Johansson, I. (Hrsg.): *Handbuch der Tierzucht*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin; Deutschland, 9 - 17

Berluenga, M., Stölting, K.N., Salzburger, W., Muschick, M., Meyer, A., 2006: Sympatric speciation in a Nicaraguan crater lake Cichlid fish. *Nature*, 439:719 - 723

Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R.D., Rath, M., Veerkamp, R.F., 2003: Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:2193-2204

Bigler, A., 2010: Genomische Zuchtwerte verändern die Zuchtprogramme. *Swissherdbook Bulletin*, 2:12

Boehncke, E., 2000: Welche Wissenschaft für den Ökolandbau? *Ökologie und Landbau*, 116:55 - 58

Boichard, D., Rupp, R., 2001: Phenotypic and genetic relationships between somatic cell counts and clinical mastitis in French dairy Holstein cows. In: *Interbull Workshop*, Verden; Deutschland

Boissy, A., Bouissou, M.F., 1988: Effects of Early Handling on Heifers' Subsequent Reactivity to Humans and to Unfamiliar Situations. *Applied Animal Behaviour Science*, 20:259-273

Boivin, X., Le Neindre, P., Gabriel, J.P., Chupin, J.M., 1994: Influence of breed and rearing management in cattle reactions during human handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 39:115 - 122

Brandt, H., Baulain, U., Brade, W., Werner, D., Weissmann, F., 2009: Zur Genotyp-Umwelt-Interaktion in der ökologischen Schweinemast. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leiber, F., Dubois, D., Fried, P., Heckendorn, F., Hillmann, E., Klocke, P., Lüscher, A., Riedel, S., Stolze, M., Strasser, F., Van Der Heijden, M., Willer, H. (Hrsg.): 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich; Schweiz 11. - 13. Februar 2009, 119 - 122

Brinkmann, J.C., Winckler, C., 2002: Is there a link between udder health and behaviour? A pilot study. In: (Hrsg.): XXII. World Buiatrics Congress 2002, Hannover; Deutschland, 16.-18. Mai, 139; 431 - 527

Brouk, M., Belyea, R., 1993: Chewing activity and digestive responses of cows fed alfalfa forages. *American Dairy Science Association*, 76(1):175 - 182

Butler, W.R., Forsberg, M., Greve, T., Gustafsson, H., Katila, T., Kindahl, H., Ropstad, E., 2000: Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. In: Proceedings of the 14th International Congress on Animal Reproduction, Stockholm; Sweden, 2 - 6 July 2000, 60 - 61: 449 - 457

Campbell, C.P., Marshall, S.A., Mandell, I.B., Wilton, J.W., 1992: Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. *American Society of Animal Science*, 70(3):894 - 903

Capaul, G.A., 2002: Bedarfsnormen für Milchkühe. In: Landwirtschaftliche Beratungszentrale (Hrsg.): *Wirz-Kalender*. Wirz Verlag, Basel; Schweiz, 646 - 648

Chai, K., Kennedy, P.M., Milligan, L.P., 1984: Reduction in particle size during rumination in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 64(suppl.):339 - 340

Collard, B.L., Boettcher, P.J., Dekkers, J.C.M., Petitclerc, D., Schaeffer, L.R., 2000: Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 83(11):2683 - 2690

Conington, J., Gibbons, J., Huskell, M.J., Bünger, L., 2010: The use of breeding to improve animal welfare. In: Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V. (Hrsg.): 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Leipzig; Deutschland, 1. - 6. August 2010

Dado, R.G., Allen, M.S., 1994: Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(1):132 - 144

Dal Zotto, R., De Marchi, M., Dalvit, C., Cassandro, M., Gallo, L., Carnier, P., Bittante, G., 2007: Heritabilities and genetic correlations of body condition score and calving interval with yield, somatic cell score, and linear type traits in Brown Swiss cattle. *Journal of Dairy Science*, 90:5737 - 5743

Darwin, C., 1859: *The Origin of Species*. Nachdruck der 16. Aufl., 1876. New York University Press, New York; USA, Auflage von 1988

De Boever, J.L., Andries, J.I., De Brabander, D.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X., 1990: Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - a review of factors affecting it. *Animal Feed Science and Technology*, 27:281 - 291

De Boever, J.L., De Brabander, D.L., De Smet, A.M., Vanacker, J.M., Boucque, C.V., 1993a: Evaluation of physical structure. 2. Maize silage. *Journal of Dairy Science*, 76(6):1624 - 1634

De Boever, J.L., De Smet, A., De Brabander, D.L., Boucque, C.V., 1993b: Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *Journal of Dairy Science*, 76(1):140 - 153

De Kruif, A., Mansfeld, R., Hoedemaker, M., 1998: *Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart; Deutschland

Dechow, C.D., Rogers, G.W., Clay, J.S., 2001: Heritabilities and Correlations Among Body Condition Scores, Production Traits, and Reproductive Performance. *Journal of Dairy Science*, 84:266 - 275

Dechow, C.D., Rogers, G.W., Klei, L., Lawlor, T.J., 2004: Heritability and Correlations for Body Condition Score and Dairy Form Within and Across Lactation and Age. *Journal of Dairy Science*, 87:717 - 728

Delagarde, R., Caudal, J.P., Peyraud, J.L., 1999: Development of an automatic bitemeter for grazing cattle. *Annales de Zootechnie*, 48(5):329 - 339

Demeter, 2003: Anbaurichtlinien, Fassung vom 1. Januar 2003. Verein für biologisch-dynamische Landwirtschaft der Schweiz. www.bio-inspecta.ch

Demeter, 2008: Richtlinien für die Zertifizierung der Demeter-Qualität (Erzeugung). Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt; Deutschland. www.demeter.de

Dempfle, L., 2004: Perspektiven der Tierzüchtungswissenschaft. *Züchtungskunde*, 76:231 - 234

Désiré, L., Boissy, A., Veissier, I., 2002: Emotions in farm animals: A new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes*, 60(2):165 - 180

Distl, O., 2001: Die Bedeutung von Gesundheitsmerkmalen in der Zucht von Milchrindern. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf*, 4:365 - 380

Driesch, H., 1940: Biologische Probleme höherer Ordnung. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig; Deutschland

Ducrocq, V., 2010: Sustainable dairy cattle breeding: illusion or reality? In: Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V. (Hrsg.): 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Leipzig; Deutschland, 1.-6- August 2010

Duffield, T., Kelton, D., Leslie, K., Lissemore, K., Lumsden, J.H., 1997: Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. Canadian Veterinary Journal, 38(11):713 - 718

Dulphy, J.P., Remond, B., Theriez, M., 1979: Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: Ruckebusch, Y., Thivend, P. (Hrsg.): 5th International Symposium on Ruminant Physiology, Clermont-Ferrand; France, 3 - 7 September 1979, 103 - 122

Dummerstorf, 2001: Milchkennwerte. Institut für Tierhaltung, Dummerstorf; Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern; Deutschland; www.landwirtschaft-mv.de/mi-kennw.mv

Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G., 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 72(1):68 - 78

Endendijk, D., Baars, T., Endendijk, H., 2001: Family breeding at Revelinohoeve. In: Hovi, M., Baars, T. (Hrsg.): 4th NAHWOA workshop: Breeding and feeding for animal health and welfare in organic livestock systems Wageningen; Netherlands, 24 - 27 March 2001, 35 - 43

Essl, A., 1997: Zucht von Kuhfamilien: Neue wissenschaftliche Erkenntnisse. Schweizer Braunvieh, 12:4 - 6

Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Thomsen, N., 1994: Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 77(9):2695 - 2703

Fischer, E.P., 1991: Die Beweglichkeit der Gene. Goldmann Verlag, München; Deutschland

Fleckviehzuchtverband, 2007: Reglement über die Zuchtwertschätzung und Nachzuchtprüfung beim Schweizer Fleckvieh vom 1. Januar 2007, Stand August 2009. Schweizerischer Fleckviehzuchtverband, Zollikofen; Schweiz

Fölsch, D.W., 1986: Grundlegende ethologische und ökologische Aspekte für die Haltung von Haustieren, speziell von Hühnern. *Ökologische Tierhaltung. Theoretische und praktische Grundlagen für die biologische Landwirtschaft*, 53:193 - 201

Fordyce, G., Dodt, R.M., Wythes, J.R., 1988: Cattle temperaments in extensive herds in northern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28:683

Fox Keller, E., 1983: A feeling for the organism - the life and work of Barbara McClintock. W. H. Freeman and Company, San Francisco; USA

Fuerst-Waltl, B., Sölkner, J., Appleby, M.C., 1999: Grazing behaviour of dairy cattle selected for high and average milk yield. *British Society of Animal Science, Occasional Publication No. 24*:197 - 202

Fürst, C., 2008: Sinnvolle Nutzung der Zuchtdaten zur gezielten Verbesserung von Fitness und Lebensleistung. *Landwirt; Sonderbeilage*, 2:5 - 8

Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Dal Zotto, R., Bittante, G., 2001: Test-day genetic analysis of condition score and heart girth in Holstein Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 84:2321 - 2326

Gerber, C., 2005: Alpenland Schweiz... dort, wo die Kühe am schönsten sind. *Gerberatung Conseil, Givisiez, Schweiz*

Girard, V., Labonte, J., 1993: Dispositif d'enregistrement en continu du comportement alimentaire journalier et étude de la variabilité du comportement chez la vache laitière. *Annales de Zootechnie*, 42(1):49 - 56

Goethe, J.W., 1796: Vorträge über die drei ersten Kapitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Physiologie. In: Steiner, R. (Hrsg.): Goethes Naturwissenschaftliche Schriften, Band I. Troxler Verlag, Biel; Schweiz, 3. Aufl. 1949, 325 - 344

Gordon, J.G., 1968: Ruminant and its significance. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 9:251 - 273

Grandin, T., 1992: Behavioral agitation is persistent over time. *Applied Animal Behaviour Science*, 36:1

Grandin, T., 1998: Review: Reducing handling stress improves both productivity and welfare. *The Professional Animal Scientist*, 14:1 - 13

Gredler, B., Fürst, C., Sölkner, J., 2006a: Development of genetic evaluations for fertility traits in Austrian and German dairy cattle. In: Interbull Technical Workshop, Wageningen; Netherlands, 2 - 3 March 2006, 34 - 38

Gredler, B., Fürst, C., Sölkner, J., 2006b: Genetic relationship between body condition score, days to first service and production traits in Austrian Simmental cattle. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Belo Horizonte, Brazil, 13. - 18. August 2006 CD-ROM 11 - 05

Groen, A.F., Steine, T., Colleau, J.J., Pedersen, J., Pribyl, J., Reinsch, N., 1997: Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livestock Production Science*, 49(1):1 - 21

Groen, A.F., Van Der Waaij, L., 1999: Some basics about mating schemes. In: Proceedings International Workshop on EU Concerted Action Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT); Breeding Goals and Selection Schemes, Wageningen; Netherlands, 7 - 9 November 1999

Gustafsson, A.H., Emanuelson, U., 1996: Milk acetone concentration as an indicator of hyperketonaemia in dairy cows: the critical value revised. *Animal Science*, 63(2):183-188

Hagedoorn, A.L., 1939: *Animal Breeding*. Crosby Lockwood and Son LTD, London; UK, 4. Aufl., 1950

Hagmüller, W., 2002: Untersuchungen an Braunviehherden im oberösterreichischen Innviertel - Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage. Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover; Deutschland

Haiger, A., 2005: *Naturgemässe Tierzucht bei Rind und Schwein*. Verlag avbuch, österreichischer Agrarverlag, Zukunft Biolandwirtschaft, Leopoldsdorf; Oesterreich

Haiger, A., Storhas, R., Bartussek, H., 1988: *Naturgemässe Viehwirtschaft*. E. Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland, 1. Aufl.

Haley, D.B., Rushen, J., De Passille, A.M., 2000: Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*, 80(2):257 - 263

Hamann, J., 2003: Definition of the Physiological Cell Count Threshold Based on Changes in Milk Composition. *Mastitis Newsletter*, 25:9-12

Hamann, J., Nohai, K., Redetzky, R., Grabovski, N.T., 2002: Rohmilchqualität - Realität und Verbrauchererwartung. In: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V.: 43. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene, DVG Garmisch-Partenkirchen, 24. - 27. 9. 2002, 218-223

Hamann, J., Rund, J., 1994: Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandesproblem. Sachverständigenausschuss der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG)

Hammond, J., Johansson, I., Haring, F., 1958: Biologische Grundlagen der tierischen Leistungen. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin; Deutschland

Hansen, J., 1927: Lehrbuch der Rinderzucht. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin; Deutschland

Harb, M.Y., Campling, R.C., 1985: Variation among pregnant, non-lactating dairy cows in eating and ruminating behavior digestibility and voluntary intake of hay. *Grass and Forage Science*, 40(1):109 - 111

Harder, B., Junge, W., Bennewitz, J., Kalm, E., 2004: Investigation on breeding plans for organic dairy cattle. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf*, 47(2):129 - 139

Hardison, W.A., Fisher, H.L., Graf, G.C., Thompson, N.R., 1956: Some observations on the behavior of grazing lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 39:1735-1741

Heuer, C., Schukken, Y.H., 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. *Journal of Dairy Science*, 82:295 - 304

Heuwieser, W., Hartig, U., Offeney, F., Grunert, E., 1987: Significance of glucocorticoids as a parameter of stress in cattle in the periparturient period. *Journal of Veterinary Medicine*, 33:178 - 187

Hofmann, R.R., 1991: Die Wiederkäuer: ökophysiologisch hochdifferenziert, biologisch erfolgreich - in ihrer Vielfalt gefährdet. Eine vergleichend-anatomische Betrachtung der Evolution des Wiederkäuer-Verdauungsapparates. *Biologie in unserer Zeit*, 21(2):73 - 80

Hofmann, R.R., Schnorr, B., 1982: Die funktionale Morphologie des Wiederkäuermagens. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart; Deutschland

Hogreve, F., 1959: Der Konstitutionsgedanke und seine Entwicklung in der landwirtschaftlichen Tierzucht in den letzten 30 Jahren, ein historischer Überblick. Tierärztliche Umschau, 14:278 - 282

Holdrege, C., 1996: Genetics and the manipulation of life: the forgotten factor of context. Lindisfarne Press, Hudson, New York; USA

Holförster, S., 1995: Zur Anwendung des Body Condition Scoring (Konditionsbeurteilungssystem) in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Diplomarbeit, Fachgebiet ökologischer Landbau, Universität Kassel, Witzenhausen; Deutschland

Horan, B., Dillon, P., Faverdin, P., Delaby, C., Buckley, F., Rath, M., 2005: The interaction of strain of Holstein-Friesian cows and pasture-based feed systems on milk, body weight and body condition score. Journal of Dairy Science, 88:1231-1243

Hörning, B., 2005: Organic livestock husbandry and breeding. In: Kristiansen, P., Taji, A., Reganold, J. (Hrsg.): Organic agriculture: a global perspective. Comstock Publishing, Associates, Cornell University Press, Ithaca, New York; USA, 151 - 166

Hörning, B., Tost, J., 2001: Haltungsbedingte Einflüsse auf das Ruheverhalten von Milchkühen in (Boxen-) Laufställen. In: Schäfer, D., V. Borell, E. (Hrsg.): Tierschutz und Nutztierhaltung: 15. IGN-Tagung, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Universität Halle; Deutschland 20 - 25

Hörning, B., Tost, J., 2002: Multivariate Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten von Milchkühen in Boxenlaufställen. KTBL-Schrift, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 407:139 - 151

Howard, A., 1943: An agricultural testament. Oxford University Press, New York; USA und London; UK

Ivemeyer, S., 2002: Mastitidisdisposition in Abhängigkeit von wesentypischen Verhaltens- und Verdauungseigenschaften in einer Milchviehherde. Diplomarbeit, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Witzenhausen; Deutschland

Ivemeyer, S., 2010: Einfluss der Mensch-Tier-Beziehung auf die Eutergesundheit von Milchkühen. Dissertation im Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung (eingereicht); Universität Kassel; Deutschland

Ivemeyer, S., Klocke, P., Spengler Neff, A., 2006: Erläuterungen zur Körperkonditionsbeurteilung. FiBL-Merkblatt, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick; Schweiz

Ivemeyer, S., Spengler Neff, A., Spranger, J., 2003: Konstitution und Krankheitsinzidenzen bei Milchkühen. Praktikumsarbeit, Tiergesundheit, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick; Schweiz, Organic e-prints: 2667

Jablonka, E., Lamb, M.J., 2005: Evolution in four dimensions. MIT Press, Cambridge, Massachusetts; USA / London; UK

Jensen, P., 1995: Individual variation in the behaviour of pigs - noise or functional coping strategies? Applied Animal Behaviour Science, 44:245 - 255

Jeon, B.T., Minoru, O., 1988: Variability of the rumination-behaviour in steers fed a constant amount of hay. Journal of the Korean Society of Grassland Science, 8(2):68 - 76

Jeon, B.T., Otha, M., 1989: Individual differences of the chewing speed and chews per bolus in rumination behaviour of cattle. Journal of the Korean Society of Grassland Science, 9(3):158 - 162

Juga, J., 1996: Evaluation methods of subjectively scored functional traits in Finland. In: Interbull (Hrsg.): Interbull Annual Meeting Veldhoven, The Netherlands, June 23-24, 1996. 155 - 160

Kadarmideen, H.N., Wegmann, S., 2003: Genetic parameters of Body Condition Score and its Relationship with type and production traits in Swiss Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 86:3685 - 3603

Kalm, E., 1999: Möglichkeiten und Voraussetzungen einer Zucht auf Gesundheitsmerkmale beim Rind. *Züchtungskunde*, 71(6):437 - 445

Kaufmann, C., Thum, R., 1998: Einfluss von akutem Stress auf die Sekretion von Cortisol und Progesteron beim Rind. *Tierärztliche Umschau*, 53:403 - 409

Kelton, D., Lissemore, K.D., Martin, R.E., 1998: Recommendations for Recording and Calculating the Incidence of Selected Clinical Diseases of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 81(9):2502 - 2509

Kipp, F.A., 1980: Die Evolution des Menschen im Hinblick auf seine lange Jugendentwicklung. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart; Deutschland

Klaas, I.C., 2000: Untersuchungen zum Auftreten von Mastitiden und zur Tiergesundheit in 15 Milchviehbetrieben Schleswig-Holsteins. Dissertation Veterinärmedizinische Fakultät, Freie Universität Berlin; Deutschland

Klocke, P., Dollinger, J., Ivemeyer, S., Heil, F., 2007: Body Condition Scoring (BCS) zur Kontrolle von Fütterungsfehlern bei Milchkühen im Biolandbau im Hinblick auf Risiken für Eutergesundheit. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T., Valle Zárate, A. (Hrsg.): 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart; Deutschland, 20. - 23. März, 2007, 589 - 592

Klunker, M., Schüler, L., Bergfeld, U., Müller, U., 2002: Zur Bedeutung der Familienzucht bei Milchrindern. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf, Sonderheft*:27 - 37

Knaus, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *Journal of Science in Food and Agriculture*, 89:1107 - 1114

Kolb, E., Gürtler, H., Ketz, H.A., Schröder, L., Seidel, H., 1989: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena; DDR

Kraemer, A., 1894: Das schönste Rind. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin; Deutschland, 3. Aufl. 1912

Kranich, E.M., 2004: Wesensbilder der Tiere. Verlag Feies Geistesleben, Stuttgart; Deutschland, 2. erweiterte Aufl.

Krätli, S., 2008: Cattle breeding, complexity and mobility in a structurally unpredictable environment: the WoDaaBe breeders of Niger. *Nomadic Peoples*, 12(1):11 - 41

Kristiansen, P., Merfield, C., 2006: Overview of organic agriculture. In: Kristiansen, P., Taji, A., Reganold, J. (Hrsg.): *Organic agriculture - a global perspective*. Csiro Publishing, Collingwood; Australia, 5 - 22

Krogmeier, D., 2003: Der ökologische Gesamtzuchtwert für Fleckvieh, Braunvieh und Gelbvieh. Schriftenreihe der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 3:77 - 86

Lassen, J., Hansen, M., Soerensen, M.K., Aamand, G.P., Christensen, L.G., Madsen, P., 2003: Genetic Analysis of Body Condition Score in First-Parity Danish Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 86:4123 - 4128

Leiber, F., Kreuzer, M., Nigg, D., Wettstein, H.R., Scheeder, M.R.L., 2005: A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin. *Lipids*, 40(2):191 - 202 (Paper no. L9566)

Lindqvist, C., Janczak, A.M., Nätt, D., Baranowska, I., Lindqvist, N., Wichman, A., Lundeberg, J., Lindberg, J., Torjesen, P.A., Jensen, P., 2007: Transmission of stress-induced learning impairment and associated brain gene expression from parents to offspring in chickens. *PLoS ONE*, 2(4):e364

Loeffler, K., 1994: Anatomie und Physiologie der Haustiere, 9. Aufl. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland

Loeffler, K., 2002: Anatomie und Physiologie der Haustiere, 10. Aufl. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland

Loker, S., Bastin, C., Miglior, F., Sewalem, A., Schaeffer, L.R., Jamrozik, J., Osborne, V., 2010: Genetic analysis of body condition score with milk production traits in Canadian Holsteins. In: Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V. (Hrsg.): 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Leipzig; Deutschland, 1.-6. August 2010

Lotthammer, K.H., 1992: Fütterung und Fruchtbarkeit von Milchrindern. Züchtungskunde, 64(6):432 - 436

Lotthammer, K.H., Wittowski, G., 1994: Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland

Luria, S.E., Delbrück, M., 1943: Mutations of bacteria from virus sensitivity to virus resistance. Genetics, 28:491

Machado, V.S., Caixeta, L.S., Mcart, J.A., Bicalho, R.C., 2010: The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. Journal of Dairy Science, 93:4071 - 4078

Mansfeld, R., Heuwieser, W., Metzner, M., Schäfers, M., 2000: Die fortlaufende Konditionsbeurteilung, unverzichtbarer Bestandteil der Fütterungsüberwachung beim Milchvieh. Milchpraxis, 38(4):180 - 184

Manteca, X., Deag, J.M., 1993: Individual differences in temperament of domestic animals: a review of methodology. Animal Welfare, 2:247 - 268

Manteca, X., Villalba, J.J., Atwood, S.B., Provenza, F.D., 2008: Is dietary choice important to animal welfare? *Journal of Veterinary Behavior*, 3:229 - 239

Mark, T., Fikse, W.F., Sigurdsson, A., Philipsson, J., 2000: Feasibility of international genetic evaluations of dairy sires for somatic cell count and clinical mastitis. In: Emanuelson, U., Banos, G., Jorjani, H., Fikse, F., Philipsson, J. (Hrsg.): *Interbull Meeting*, Bled; Slovenia 14 - 15 May 2000

Markusfeld, O., Galon, N., Ezra, E., 1997: Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*, 141(3):67 - 72

Masuda, Y., Kida, K., Kawashima, C., Shirasuna, K., Shimizu, T., Matsui, M., Murakami, C., Miyamoto, A., 2010: Genetic relationships among metabolic profile components, body condition score, persistency of lactation and milk yield in Holstein Cattle. In: *Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e. V. (Hrsg.): 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP)*, Leipzig; Deutschland, 1.-6. August 2010

Matsui, K., 1994: A new ambulatory data logger for a long-term determination of grazing and rumination behaviour on free-ranging cattle, sheep and goats. *Applied Animal Behaviour Science*, 39(2):123 - 130

Matsui, K., 1995: Characteristics of rumination activity, with special attention to jaw movements at various months of age, in Holstein cattle. *Animal Science and Technology*, 66(1):72 - 78

Matsui, K., Okubo, T., 1990: Automatic recording over a 24-hour period for biting rate during grazing, and chewing rate and number of boluses during rumination of cow on pasture. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 61(6):493 - 500

Matsui, K., Okubo, T., 1991: A method for quantification of jaw movements suitable for use on free-ranging cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 32(2/3):107 - 116

Maurer, S., 2005: Züchtung mit Kuhfamilien auf dem Eichenhof. In: Baars, T., Schmidt, G.H., Olbrich-Majer, M. (Hrsg.): Linienzucht mit Kuhfamilien - Basis für eine biologische Rinderzucht. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt; Deutschland, 125 - 133

Mayr, E., 2003: Das ist Evolution. 2. Aufl., 2005, Goldmann Verlag, München; Deutschland

Meier, S., 2001: Blick auf die Knochen. Landfreund, 9:14 - 17

Metz, J.H.M., 1975: Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. Verlag H. Veenman & Zonen B.V., Wageningen; Netherlands

Meuwissen, T.H.E., Hayes, B.J., Goddard, M.E., 2001: Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. Genetics, 157:1819 - 1829

Molinier, J., Ries, G., Zipfel, C., Hohn, B., 2006: Transgeneration Memory of Stress in Plants. Nature, 442:1046 - 1049

Müller, R., 2004: Individual behavioural consistency and personality of dairy cows. Dissertation, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich; Schweiz

Nash, D.L., Rogers, G.W., Cooper, J.B., Hargrove, G.L., Keown, J.F., Hansen, L.B., 2000: Heritability of clinical mastitis incidence and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. Journal of Dairy Science, 83:2350 - 2360

Nathusius, H., 1857: Über Inzucht oder Paarung in naher Verwandtschaft. In: Nathusius, H. (Hrsg.): Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntnis. Wiegandt und Hempel, wissenschaftliche Verlagsbuchhandlung, Berlin; Deutschland,

Nathusius, H., 1872: Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntnis, 1. Teil: Allgemeines. Wiegandt und Hempel, wissenschaftliche Verlagsbuchhandlung, Berlin; Deutschland

Nauta, W.J., 2009: Selective Breeding in Organic Dairy Production. Dissertation, Institute of Animal Science, Wageningen University; Netherlands

Nauta, W.J., Baars, T., Bovenhuis, H., 2005a: Converting to organic dairy farming: consequences for production, somatic cell scores and calving interval of first parity Holstein cows. *Livestock Production Science*, 99:185 - 195

Nauta, W.J., Baars, T., Cazemier, C.H., 2005b: Kinship-breeding as a foundation for organic dairy production In: 15th Organic World Congress of the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) "Unites the Organic world", 20 - 24 September 2005, Adelaide, Australia 19 - 34

Nauta, W.J., Veerkamp, R.F., Brascamp, E.W., Bovenhuis, H., 2006: Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 89(7):2729 - 2737

Oberli-Egli, H., 2009: Die Geschichte einer aussergewöhnlichen Kuhfamilie. *Schweizer Bauer*, 14. Februar 2009:11

Perez Barberia, F.J., Gordon, I.J., 1998: Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. *Biological Journal of the Linnean Society*, 63(2):233 - 256

Platen, M., 1997: Physiologie und Management der Beziehungen zwischen Fruchtbarkeit und Milchproduktion bei Hochleistungskühen. Dissertation landwirtschaftlich-gärtnerische Fakultät, Humboldt-Universität, Berlin; Deutschland

Poppinga, O., 2007: Grundfütterereignungen von DSN-Tieren in milchproduzierenden Betrieben. *DSN-Mitteilungen*, 2:1 - 4

Portmann, A., 1956: *Biologie und Geist*. 3. unveränderte Aufl. 2000, Edition Nereide, Ulrich Brugdorf Verlag, Göttingen; Deutschland

Portmann, A., 1983: Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere. 6. Aufl., 1983, Verlag Schwabe & Co., Basel; Schweiz / Stuttgart; Deutschland

Postler, G., 1996: Die besten Bullen für Öko-Betriebe : Der ökologische Gesamtzuchtwert für Milchvieh. SÖL Berater Rundbrief, (2):7 - 10

Postler, G., 2002: Naturgemässe Rinderzucht - ganzheitliche Betrachtungsweisen in der naturgemässen Viehwirtschaft. 3. Aufl., Eigenverlag G. Postler, Glonn; Deutschland

Postler, G., Bapst, B., 2000: Der ökologische Gesamtzuchtwert (ÖZW). Merkblatt Forschungsinstitut für biologischen Landbau, FiBL, Frick, Schweiz

Prosch, V., 1880: Zucht und Pflege des Rindviehes, dargestellt zunächst für Landwirthe und Veterinärärzte . Heinsius, Bremen; Deutschland, 2. Aufl.; nach der 3. Aufl. des dänischen Originals, übersetzt von Christian Jenssen

Provenza, F.D., 1996: Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. Journal of Animal Science, 74(8):2010 - 2020

Provenza, F.D., Balph, D.F., 1987: Diet training: Behavioural concepts and management objectives. In: (Hrsg.): United States Department of Agriculture: Symposium on Plant - Herbivore-Interactions, Intermountain Research Station, Ogden, UT; USA, 132 - 136

Provenza, F.D., Villalba, J.J., Dziba, L.E., Atwood, S.B., Banner, R.E., 2003: Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Ruminant Research Journal, 49:257 - 274

Pryce, J.E., Coffey, M.P., Simm, G., 2001: The relationship between body condition score and reproductive performance. Journal of Dairy Science, 84:1508 - 1515

Pryce, J.E., Conington, J., Sørensen, P., Kelly, H.R.C., Rydhmer, L., 2004: Breeding strategies for organic livestock. In: Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V., Lockeretz, W. (Hrsg.): Animal health and welfare in organic agriculture. CABI, Wallingford; UK, 357 - 388

Pryce, J.E., Harris, B., 2006: Genetics of body condition score in New Zealand dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89:4424 - 4432

Pryce, J.E., Løvendahl, P., 1999: Options to reduce vulnerability to metabolic stress by genetic selection. In: Oldham, J.D., Simm, G., Groen, A.F., Nielsen, B.L., Pryce, J.E., Lawrence, T.L.J. (Hrsg.): Metabolic stress in dairy cows British Society of Animal Science, Edinburgh; Scotland, Occasional Publication, No. 24:, 1 - 16

Rahmann, G., 2001: Ökologisierung der Landwirtschaft: Garant für Verbraucherschutz? In: Symposium der Landesregierung: Die Zukunft der Landwirtschaft - Auswirkungen von BSE auf Politik, Wirtschaft und Verbraucher, Ministerium für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein, 2. Juli 2001, Kiel; Deutschland 23 - 27

Rahmann, G., 2004: Ökologische Tierhaltung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland

Rahmann, G., 2006: Schafhaltung im Ökolandbau - lohnt sich der Einsatz alter Rassen? *Ökologie und Landbau*, 34(137):35 - 37

Rauw, W.M., Kanis, E., Noordhuizen Stassen, E.N., Grommers, F.J., 1998: Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science*, 56(1):15 - 33

Redetzky, R., 2000: Biochemisches Blutprofil, Milchinhaltsstoffe und Milchmengenleistung als Kriterien zur laktationsbegleitenden Beurteilung des Gesundheitszustandes hochleistender HF-Kühe in Anbindehaltung. Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Hannover; Deutschland

Reist, M., 2001: Characterization of high yielding dairy cows with regard to stability of metabolism and reproduction. Dissertation, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH, Zürich; Schweiz

Reist, M., 2003: Milchazeton als Managementhilfe. UFA-Revue, (1):34 - 36

Reuter, K., 2007: Tierzucht für den ökologischen Landbau - Probleme, offene Fragen, Lösungsansätze In: Tagung des Netzwerkes Ökologische Tierzucht: Tierzucht für den ökologischen Landbau - Anforderungen, Ergebnisse, Perspektiven, Kassel; Deutschland, 7.-8. März 2007, 8 - 9

Rieger, S., 2007: Der Einfluss des Temperamentes, der Rangordnung und des Tier-Tier-Verhältnisses der Milchkuh auf die Eutergesundheit und Milchleistung im pro-Q-Projekt des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL), Schweiz. Diplomarbeit, Fachhochschule Nürtingen; Deutschland

Rist, M., 1989: Artgemässe Nutztierhaltung. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart; Deutschland, 2. Auflage

Rist, M., 2001: Schritte zu einer geistgemässen Biologie II. Schriftenreihe der J. Kreyenbühl Akademie, Dornach; Schweiz

Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P., 2009: Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. Journal of Dairy Science, 92:5769 - 5801

Roeckl, C., Rusche, B., Gottwald, F.-T., 2005: Gesunde Leistung - Der neue Tierzuchtfonds und die Suche nach Zuchtalternativen für die bäuerliche und ökologische Landwirtschaft. Der kritische Agrarbericht:126 - 130

Rosenberger, G., Dirksen, G., Gründer, H.-D., Grunert, E., Krause, D., Stöber, M., 1990: Die klinische Untersuchung des Rindes. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg; Deutschland

Rudmann, C., Willer, H., 2005: Jahrbuch Biolandbau Schweiz 2005. Zahlen, Fakten, Hintergründe. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, FiBL, Frick; Schweiz

Ruegg, P.L., Milton, R.L., 1995: Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: relationships with yield, reproductive performance, and disease. *Journal of Dairy Science*, 78(3):552 - 564

Rupp, R., Beaudreau, F., Boichard, D., 2000: Relationship between milk somatic cell counts in the first lactation and clinical mastitis occurrence in the second lactation of french Holstein cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 46:99 - 111

Rusch, H.P., 1952: Der Kreislauf der lebendigen Substanz. *Allgemeine homöopathische Zeitung*, 197(5 - 6):65 - 74

Rushen, J., Munksgaard, L., Marnet, P.G., Depassillé, A.M., 2001: Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. *Applied Animal Behaviour Science*, 73(1):1 - 14

Sambraus, H.H., 1997: Gefährdete Nutztierassen. Ulmer Verlag, Stuttgart; Deutschland

SBZV, 2007: Reglement über die Zuchtwertschätzung und Nachzuchtprüfung beim Schweizer Braunvieh vom 1. Januar 2007, Stand 1. September 2009. Schweizerischer Braunviehzuchtverband, Zug; Schweiz

SBZV, 2009: Statistik des Schweizerischen Braunviehzuchtverbandes zur Entwicklung der Milchleistungen in der Schweiz. http://homepage.braunvieh.ch/index.html?page_id=94&l=2

Schad, W., 1971: Säugetiere und Mensch. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart; Deutschland

Schaeffler, L.R., 2006: Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal for Animal Breeding and Genetics*, 123:218-223

Schedlowski, M., 1994: Stress, Hormone und zelluläre Immunfunktionen - ein Beitrag zur Psychoneuroimmunologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin; Deutschland, Oxford; UK

Scheibe, K.M., 1982: Rind. In: Scheibe, K.M. (Hrsg.): Nutztierverhalten. Gustav Fischer Verlag, Jena; DDR, 125 - 160

Schleisner, C., Nørgaard, P., Hansen, H.H., 1999: Discriminant analysis of patterns of jaw movement during rumination and eating in a cow. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A. Animal Science*, 49(4):251 - 259

Schmid, O., 2007: The historical development of standards. In: Lockeretz, W. (Hrsg.): *Organic Farming: An International History*. CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK,

Schneider, C., 2002: Entwicklung und Anwendung von Methoden zur vergleichenden Beschreibung des individuellen Wiederkäuerhaltens von Milchkühen. Universität Rostock; Deutschland

Schnitzenlehner, S., Essl, A., 1999: Field data analysis of cytoplasmic inheritance of dairy and fitness-related traits in cattle. *Animal Science*, 68(3):459 - 466

Schopfer, U., 2002: Möglichkeiten der praxisnahen Objektivierung von Stressbelastungen bei Milchkühen während des Melkens. Diplomarbeit an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn; Deutschland

Schori, F., Münger, A., 2009: Vergleich von neuseeländischen und "einheimischen" Holsteinkühen in erster Laktation unter Vollweide auf einem Biobetrieb. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leiber, F., Dubois, D., Fried, P., Heckendorn, F., Hillmann, E., Klocke, P., Lüscher, A., Riedel, S., Stolze, M., Strasser, F., Van Der Heijden, M., Willer, H. (Hrsg.): 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich; Schweiz 11. - 13. Februar 2009, Band 2, 123 - 126

Schrader, L., 2001a: Identifizierung individueller Verhaltenscharakteristika bei Milchkühen. KTBL-Schrift, 403:18 - 27

Schrader, L., 2001b: Individuelle Unterschiede in der Stressreaktivität der Milchkühe. Vortrag im Rahmen des Kolloquiums des Instituts für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich

Schwendimann, J., 1945: Der Bauernstand im Wandel der Jahrtausende. Benziger & Co., Einsiedeln; Schweiz / Köln; Deutschland

Settegast, H., 1872: Die Thierzucht. Korn Verlag, Breslau; Deutschland, 3. Auflage

Sewalem, A., Kistemaker, G., Van Doormaal, B., 2001: Estimation of genetic parameters for milking temperament in Canadian dairy breeds. Canadian Dairy Network, Genetic Evaluation Board; <http://cgil.uoguelph.ca/dcbgc/Agenda0109/sewalem2.pdf>

Sewalem, A., Kistemaker, G., Van Doormaal, B., 2002: Bayesian inferences for milking temperament in Canadian Holsteins. In: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP), Montpellier; France, 19.-23. August 2002

Sewalem, A., Kristemaker, G., Miglior, F., 2009: Estimation of genetic parameters for milking temperament. Canadian Dairy Network, Guelph, ON, Canada; <http://www.cdn.ca/Articles/GEBOCT2009/GEB%20Oct%2009%20-%20Milking%20Temperament%20-%20Miglior.pdf>

Shook, G.E., 2001: Breeding, selection and somatic cell counts: Where are we today? Annual Meeting National Mastitis Council, USA:113 - 127

Simianer, H., 2007: Genombasierte Selektion: neue Perspektiven für Zuchtwertschätzung und Zuchtprogramme In: Tagung der Schweizerischen Vereinigung für Tierproduktion (SVT): Genombasierte Selektion: werden unsere Zuchtprogramme auf den Kopf gestellt?, Inforama Rütli, Zollikofen; Schweiz, März 2007

Spengler Neff, A., 1997: Studien zur biologisch-dynamischen Rindviehzucht. Schriftenreihe der J. Kreyenbühl Akademie, Dornach; Schweiz

Spengler Neff, A., 2009: Schlussbericht zum Forschungs- und Umsetzungsprojekt zur Rindviehzucht in der biologischen Landwirtschaft. FiBL-Bericht, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick; Schweiz

Spengler Neff, A., Bapst, B., Ivemeyer, S., Klocke, P., 2007: Einführung eines neuen Hilfsmittels zur Einschätzung der Standortgerechtigkeit der Milchviehzucht und -haltung auf ökologischen Betrieben. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T., Valle Zárate, A. (Hrsg.): 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart; Deutschland, 20. - 23. März 2007, 585 - 588

Spengler Neff, A., Pedotti, R., Schmid, A., 2010a: Förderung der standortgerechten Bio-Milchviehzucht. CHbraunvieh, 5:8 - 9

Spengler Neff, A., Pedotti, R., Schmid, A., 2010b: Schlussbericht zum Projekt Biozucht Graubünden. Ein Projekt zur Förderung der standort- und betriebsgerechten Bio-Milchviehzucht im Kanton Graubünden. FiBL-Bericht, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick; Schweiz

Spranger, J., 2007: Lehrbuch der anthroposophischen Tiermedizin. Sonntag Verlag, Stuttgart; Deutschland

Steen, A., Osteras, O., Gronstol, H., 1996: Evaluation of additional acetone and urea analyses, and of the fat-lactose-quotient in cow milk samples in the herd recording system in Norway. Journal of Veterinary Medicine, 3:181 - 191

Steiner, R., 1883 - 1897: Goethes Naturwissenschaftliche Schriften. Rudolf Steiner Verlag, Dornach; Schweiz; 3. Aufl., 1973; GA 1

Steiner, R., 1924: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. Rudolf Steiner Verlag, Dornach; Schweiz; 6. Aufl., 1979; GA 327

Sullivan, B.P., Burnside, E.B., 1988: Can we change temperament of the dairy cow? Centre for Genetic Improvement of Livestock; Animal & Poultry Science, University of Guelph; Holstein Journal; <http://cgil.uoguelph.ca/pub/articles/temp.html>

Sulzer, B., 1989: Futterwahl von Kühen auf einer Bergweide. Diplomarbeit, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich; Schweiz

Terlouw, E.M., Porcher Fernandez, X., 2005: Repeated handling of pigs during raring. II. effect of reactivity to humans on aggression during mixing and on meat quality. Journal of Animal Science, 83:1664 - 1672

Thomet, P., Steiger Burgos, M., 2007: Kuhtyp für die graslandbasierte Milchproduktion. Agrarforschung, 14(9):412 - 417

Timmermann, H.M., Mulder, L., Everts, H., Van Espen, D.C., van der Wahl, E., Klaassen, G., Pouwers, A.M.G., 2005: Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. Journal of Dairy Science, 88:2154 - 2165

Tischer, M., 2002: Gesunde Kühe durch Strategie. Milchpraxis, 40(3):126

Uexküll, J., 1928: Theoretische Biologie. Verlag Julius Springer, Berlin; Deutschland, 2. Aufl.

Vagts, H., 2000: Der Einfluss der Ketose auf die Eutergesundheit und Milchqualität. Praktischer Tierarzt, 81(9):766

Van Bruchem, J., Bosch, M.W., Lammers Wienhoven, S.C.W., Bangma, G.A., 1991: Intake, rumination, reticulo-rumen fluid and particle kinetics, and faecal particle size in heifers and cattle fed on grass hay and wilted grass silage. Livestock Production Science, 27(4):297 - 308

Van Bruchem, J., Verhoeven, F., Brussaard, L., Tamminga, S., Van Der Heide, D., Huisman, E.A., Kanis, E., Osse, J.W.M., Verstegen, M.W.A., 1999: Diet and manure characteristics in relation to nitrogen flows in a dairy farming system. In: Proceedings 5th Zodiac Symposium, Wageningen; Netherlands, 22 - 24 April 1998, 219 - 225

Veerkamp, R.F., 2000: Condition score and energy balance whilst selecting for milk yield. In: 10th World Holstein-Friesian Conference, Sydney; Australia, April 30 - May 3, 1 - 10

Verhoog, H., Matze, M., Lammerts Van Bueren, E., Baars, T., 2003: The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 16:29 - 49

Vogt, G., 1999: Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum. Dissertation Landwirtschaftliche Fakultät, Universität Giessen; Deutschland

Voitl, H., Guggenberger, E., Willi, J., 1980: Das grosse Buch vom biologischen Land- und Gartenbau. 2. Aufl., Verlag Orac Pietsch, Wien, Oesterreich

Von Holst, D., 2004: Populationsbiologische Untersuchungen beim Wildkaninchen. Der Einfluss von Sozialverhalten und Stress auf Vitalität und Fortpflanzung. *LÖBF-Mitteilungen*, 1/2004:17 - 21

Wagner, S., 2006: Eignung von Original-Braunvieh-Genetik im Vergleich zu Brown-Swiss-Genetik für Bio-Milchviehbetriebe. Diplomarbeit, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen; Schweiz

Waiblinger, S., 1996: Die Mensch-Tier-Beziehung bei der Laufstallhaltung von behornten Milchkühen. In: Fölsch, D.W., Hörning, B. (Hrsg.): Reihe Tierhaltung, Band 24. Universität Kassel; Deutschland,

Waiblinger, S., Menke, C., Korff, J., Bucher, A., 2000: Der Einfluss verschiedener Personen auf Verhalten und Herzfrequenz von Milchkühen während einer tierärztlichen Untersuchung. *KTBL-Schrift*, 403:54 – 62

Wall, E., Coffey, M.P., Brotherstone, S., 2005: Body trait profiles in Holstein Friesian modeled using random regression. *Journal of Dairy Science*, 88:3663 - 3671

Walter, L., 2003: Milchviehzucht für ökologische Betriebe. Diplomarbeit, Universität Kassel; Deutschland

Wanke, D., Biedermann, G., 2005: Noch Platz für Nischen? - Bedeutung und Potential alter und gefährdeter Rinderrassen im Ökologischen Landbau. In: Hess, J., Rahmann, G. (Hrsg.): Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1. - 4. März 2005, 391 - 394

Wathes, D.C., Bourne, N., Cheng, Z., Mann, G.E., Taylor, V.J., Coffey, M.P., 2007: Multiple Correlation Analyses of Metabolic and Endocrine Profiles with Fertility in Primiparous and Multiparous Cows. *Journal of Dairy Science*, 90:1310-1325

Wegmann, S., 2005: Wirtschaftliche Milchproduktion und Tierwohl - ein Widerspruch im Zuchtziel? In: Tierhaltung im Spannungsfeld zwischen Ökonomie - Ökologie - Tierwohl; Jahrestagung der Schweizerischen Vereinigung für Tierproduktion (SVT), Zollikofen; Schweiz

Weitere, M., Tautz, D., Neumann, D., Steinfartz, S., 2004: Adaptive divergence vs. environmental plasticity: tracing local genetic adaptation of metamorphosis traits in salamanders. *Molecular Ecology*, 13:1665 - 1677

Wemelsfelder, F., 2001: Assessing the 'whole animal': a free choice profiling approach. *Animal Behaviour*, 62:209 - 220

Werner, H., 1902: Die Rinderzucht. Körperbau, Schläge, Züchtung, Haltung und Nutzung des Rindes. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin; Deutschland

Werr, J., 1953: Tierzucht und Tiermedizin im Rahmen biologisch-dynamischer Landwirtschaft. Schriftenreihe Lebendige Erde, Forschungsring für biologisch-dynamische Landwirtschaft, Stuttgart; Deutschland

Wierenga, H.K., 1991: Behaviour of dairy cows under modern housing and management. Dissertation, Agricultural University, Wageningen; Netherlands

Wilckens, M., 1888: Züchtung und Pflege der landwirtschaftlichen Haustiere. Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung, Tübingen; Deutschland, 2. Aufl. 1903

Wirz, J., 1996: Schritte zur Komplementarität in der Genetik. Elemente der Naturwissenschaft, 64(1):37 - 52

Wolter, W., Kloppert, B., Casteneda, H., Zschök, M., 1999: Die Mastitis des Rindes - ein Kursbuch. Staatliches Untersuchungsamt Hessen, Giessen; Deutschland

Woodford, S.T., Murphy, M.R., 1988: Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. Journal of Dairy Science, 71:674 - 686

Zähner, M., 2001: Beurteilung von Minimalställen für Milchvieh anhand ethologischer und physiologischer Parameter. ETH Zürich; Schweiz

Zeddies, J., 1977: Zur wirtschaftlichen Bedeutung der Fruchtbarkeit in der Milcherzeugung [Milchkühe]. Tierzüchter, 29(5):204 - 207

Zöldag, L., Heuwieser, W., Grunert, E., Stephan, E., 1983: Steroid-hormone profiles in pregnant cows after noise stress with special reference to corticosteroids. Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A, 30:737 - 748

Dank

Meinem Betreuer und ersten Gutachter Prof. Dr. Ton Baars danke ich herzlich für seine gute, kritische und konstruktive Unterstützung dieser Arbeit.

Prof. Dr. Eva Schlecht, meiner zweiten Gutachterin danke ich für ihre wertvolle Kritik und Unterstützung bei der Straffung der Arbeit.

Prof. Dr. Franz Theo Gottwald danke ich für seine engagierte Begutachtung der philosophischen Aspekte der Arbeit.

Prof. Dr. Detlef Fölsch, der die Arbeit lange sehr engagiert mitbetreute, danke ich für seine vielen guten Hinweise seine Ermutigungen und konstruktive Kritik.

Prof. Dr. Horst Brandt, der die Arbeit während eines Jahres mitbetreute, danke ich für seine guten Tipps und für die konstruktive Zusammenarbeit.

Dr. Jörg Spranger danke ich für die Entwicklung der Projektidee, für seine Initiative und für seine Unterstützung.

Dr. Gerold Rahmann, der die Arbeit ebenfalls während mehrerer Jahre betreute, danke ich für all seine Hinweise und Kritik.

Martin Ott und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Stall des Betriebes der Stiftung Fintan danke ich für die sehr gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei den Beobachtungsarbeiten im Stall bei ihren Kühen.

Silvia Ivemeyer und Claudia Schneider danke ich für ihre engagierte Mitarbeit bei den Beobachtungsarbeiten im Stall und auf der Weide.

Dr. Lars Schrader danke ich für seine Hilfestellung und die wichtigen Tipps zur Methodik für die ethologischen Arbeiten.

Dr. Dré Nierop danke ich für seine sehr kompetente, gute Beratung in der Statistik.

Dem Verein SAMPO, der Zukunftsstiftung Landwirtschaft, dem Tierzuchtfonds und der Mahle-Stiftung danke ich sehr für die finanzielle Unterstützung und damit für die Ermöglichung dieses Projektes.

Den folgenden Personen danke ich für regelmässige, anregende und intensive Gespräche über die in dieser Arbeit besprochenen Themen, für ihre Literaturhinweise und Kritik: Silvia Ivemeyer, Hans-Josef Kremer, Florian Leiber, Thomas Löffler, Roland Neff, Ruth Richter, Claudia Schneider, Michael Walkenhorst, Andi Wälle, Johannes Wirz, Rénatus Ziegler.

Thomas Alföldi, Christine Arncken, Anna Bieber, Silvia Ivemeyer, Hans-Josef Kremer, Florian Leiber, Thomas Löffler, Johanna Probst, Claudia Scherr und Claudia Schneider danke ich für das Durchlesen und Kritisieren der Arbeit in verschiedenen Stadien.

Meiner Familie, Roland und Vera Neff danke ich für ihre ganz grosse Geduld und Unterstützung, dass ich diese Arbeit fertig stellen konnte.

Dem FiBL bin ich dankbar, dass ich diese Arbeit im Rahmen des Institutes durchführen konnte und insbesondere dem Institutsdirektor Prof. Dr. Urs Niggli danke ich für seine vermittelnde Unterstützung.

Anhang

Anhang 1: Betriebsspiegel Rheinau

Betriebsspiegel Gut Rheinau, Klosterplatz, CH-8462 Rheinau (Stand 2001 / 2002)

Betriebsform:	Pächtergemeinschaft / GmbH	
Betriebsleiter:	Fam. Beers Fam. Braunwalder Fam. Ott Fam. Zschunke	Ackerbau / Saatgutvermehrung / Werkstatt / Buchhaltung Hackfrucht / Obst / Schweinehaltung / Hofladen Milchvieh / Zuchtprojekte / Führungen Gemüsebau / Saatgutvermehrung
Mitarbeiter:	4 Lehrlinge 2 Praktikanten 2 Fachmitarbeiter 12 Betreute Mitarbeiter 2 Betreuer	
Lage des Betriebes:	Der Betrieb liegt im nördlichen Teil des Kantons Zürich, etwa 8 km südlich von Schaffhausen und 18 km nördlich von der Stadt Winterthur. Die Betriebsflächen liegen teilweise direkt am Rhein und somit an der Grenze zwischen der Schweiz und Deutschland, auf einer Höhe von 355 m bis 349 m.ü.M.	
Klima:	Gemässigt, eher mild und trocken. Die Niederschlagsmengen liegen bei 700 mm im Jahr: 2/3 fallen zwischen November und Februar an, 1/3 zwischen März und Oktober. Die Durchschnittstemperatur liegt bei 9.2 Grad. Die Herbst- und Winterzeiten sind durch lang anhaltende Nebelphasen geprägt.	
Boden:	Bodenart: Sandiger Lehm (sL) mit hohem Kies- und Steinanteil. Der Unterboden besteht aus einer mächtigen, vielschichtigen Gesteins- und Kiesauflage. Der bearbeitungsfähige Boden ist daher extrem austrocknungsgefährdet. Bei einem Tongehalt von 12 - 17 % und einem durchschnittlichen Humusgehalt von 3.2 bis 4.0 % besteht ein sehr geringes Wasserhaltevermögen; dies erfordert eine konsequente Bewässerung aller Kulturen. Der Bodentyp ist eine mittelschwere Parabraunerde.	
Lage und Umfeld der Betriebsflächen:	Die Ackerflächen sind zwischen 2.5 und 8.8 ha gross, wobei 80 % der Fruchtfolgeflächen eine durchschnittliche Grösse von 5.5 ha aufweist. Rund 70 % der Fruchtfolgeflächen sind arrondiert. 20 % liegen an Waldrändern und 10 % grenzen an Nachbarflächen, welche konventionell bewirtschaftet werden.	

Die Rebbaufäche und die Obstanlagen liegen im unteren Betriebs-
teil in der Rheinaue. Das Rheinauer Feld, in dem die Betriebs-
flächen liegen, ist fast allseitig vom Rhein umflossen. Die Ge-
ländeform ist hauptsächlich flach bis leicht geneigt. Zum Rhein-
ufer gibt es Steilhangflächen, welche grösstenteils bewaldet sind.

Bewirtschaftungsform:	Der Betrieb wird biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Die Zertifizierung erfolgt nach den Richtlinien von Demeter und Bio Suisse.		
Betriebsfläche:	arrondiert	140.00	ha
Flächennutzung:	Ackerfläche	94.00	ha
	Naturwiesen	28.00	ha
	Rebbau	4.00	ha
	Obstbau	2.00	ha
	Öko-Flächen	12.00	ha
Fruchtfolge:	12 jährige Fruchtfolge	94.00	ha
	Getreidebau	42.00	ha
	Hackfrucht	10.00	ha
	Futterbau	24.00	ha
	Körnerleguminosen	6.00	ha
	Ökofläche	12.00	ha
Tierbestand:	Milchvieh	60	
	Deckbulle	1	
	Rinder	40	
	Schweine	60	
	Muttersauen	3	
	Pferde	4	
	Schafe	35	
	Hühner	50	
	Gänse	5	
Bienenvölker	8		
Produktion:	Saatgut bei:	7 Getreidearten 20 Getreidesorten 3 Kartoffelsorten 10 Gemüsearten 2 Futterleguminosen 2 Grassamen	
	Konsum:	Milch Div. Getreide Kartoffel Div. Gemüse Obst	
Verarbeitung:	Fleisch u. Wurstwaren Wein u. Saft		

Neue Ansätze für die ökologische Milchrinderzucht

Brot

Anhang 2: Futteraufnahme von 13 Tieren

Futteraufnahme von 13 Tieren der Beobachtungsherde und Gehalte des Futters am 28. 2. 2002

Name der Kuh	Heu kg FS	Silo kg FS	KF kg/Tg	TS Heu	TS Silo	Heu/Silo (Verhältnis)	APD Heu	APD Silo	APD KF	MJ NEL Heu	MJ NEL Silo	MJ NEL KF	RP Heu	RP Silo	RP KF	Milch kg/Tg	Jahresmilch kg / J.	Gewicht kg	
Gehalt im Futter				90.70%	38.50%		84.1 g/kg TS	76.0 g/kg TS	90 g/kg TS	5.3 MJ/kg TS	5.8 MJ/kg TS	6.8 MJ/kg TS	120g/kg TS	130 g/kg TS	120g/kg TS				
Baronin	12.2	19.8	4.5	11.07	7.62	1.45	930.60	579.35	405.00	58.65	44.21	30.60	1327.85	990.99	540.00	23.8	4972	635	
Wanda	7.4	20.6	4.5	6.71	7.93	0.85	564.46	602.76	405.00	35.57	46.00	30.60	805.42	1031.03	540.00	24.4	5431	587	
Amanda	8.1	22.6	3.0	7.35	8.70	0.84	617.86	661.28	270.00	38.94	50.47	20.40	881.60	1131.13	360.00	20.4	4324	670	
Zeder	10.5	18.9	2.0	9.52	7.28	1.31	800.93	553.01	180.00	50.47	42.20	13.60	1142.82	945.95	240.00	17.8		605	
Yukona	9.2	17.5	0.0	8.34	6.74	1.24	701.76	512.05	0.00	44.23	39.08	0.00	1001.33	875.88	0.00	9.2	6869	842	
Bely	9.2	20.5	0.0	8.34	7.89	1.06	701.76	599.83	0.00	44.23	45.78	0.00	1001.33	1026.03	0.00	15.2	4147	750	
Elba	6.4	10.0	0.0	5.80	3.85	1.51	488.18	292.60	0.00	30.77	22.33	0.00	696.58	500.50	0.00	0.0	5600	630	
Rella	8.3	21.2	4.5	7.53	8.16	0.92	633.11	620.31	405.00	39.90	47.34	30.60	903.37	1061.06	540.00	23.2		560	
Ameise	9.3	28.3	4.5	8.44	10.90	0.77	709.39	828.06	405.00	44.71	63.19		30.60	1012.21	1416.42	540.00	25.0	6487	640
Aster oH	6.0	22.6	0.0	5.44	8.70	0.63	457.67	661.28	0.00	28.84	50.47	0.00	653.04	1131.13	0.00	0.0	5072	700	
Pamela	7.7	21.5	5.5	6.98	8.28	0.84	587.35	629.09	495.00	37.01	48.01	37.40	838.07	1076.08	660.00	23.0		640	
Pinie	8.7	27.6	4.5	7.89	10.63	0.74	663.62	807.58	405.00	41.82	61.63	30.60	946.91	1381.38	540.00	26.2		705	
Pistache	7.8	18.3	2.0	7.07	7.05	1.00	594.97	535.46	180.00	37.50	40.86	13.60	848.95	915.92	240.00	17.8		590	

Aus Leistung und Gewicht errechneter Bedarf von 13 Tieren der Beobachtungsherde am 28. 2. 2002 (nach: CAPAUL, 2002)

Name der Kuh	Bed.* MJNEL	Bed. ** MJNEL (bereinigt)	eff. Aufn. MJ NeL mit KF	eff. Aufn. MJ NEL mit KF	Bed.* APD	Bed. ** APD (bereinigt)	eff. Aufn. APD ohne KF	eff. Aufn. APD mit KF	Bed.* RP	Bed. ** RP (bereinigt)	eff. Aufn. RP ohne KF	eff. Aufn. RP mit KF	Futteraufnahmekapazität ***
Baronin	111.482	96.482	102.860	133.460	1602.5	1602.5	1509.95	1914.95	735.4	1611.6	2318.84	2858.84	3.652
Wanda	110.966	95.966	81.572	112.172	1608.5	1608.5	1167.22	1572.22	687.4	1268.5	1836.45	2376.45	3.261
Amanda	102.556	102.556	89.403	109.803	1450.0	1450.0	1279.13	1549.13	770.3	1380.6	2012.73	2372.73	2.843
Zeder	91.142	91.142	92.678	106.278	1287.5	1287.5	1353.94	1533.94	705.3	1455.4	2088.77	2328.77	3.107
Yukona	75.988	75.988	83.303	83.303	976.0	976.0	1213.81	1213.81	942.1	1315.2	1877.20	1877.20	1.791
Bely	90.228	90.228	90.002	90.002	1230.0	1230.0	1301.59	1301.59	850.2	1403.0	2027.35	2027.35	2.165
Elba	36.500	54.500	53.095	53.095	410.0	615.0	780.78	780.78	730.0	881.6	1197.08	1197.08	1.533
Rella	105.848	105.848	87.239	117.839	1535.0	1535.0	1253.43	1658.43	660.4	1354.8	1964.43	2504.43	3.605
Ameise	115.500	100.500	107.900	138.500	1665.0	1665.0	1537.45	1942.45	740.4	1639.2	2428.63	2968.63	3.724
Aster	40.000	58.000	79.308	79.308	445.0	650.0	1118.95	1118.95	800.0	1220.2	1784.17	1784.17	2.020
Pamela	109.220	109.22	85.024	122.424	1565.0	1565.0	1216.44	1711.44	740.4	1317.8	1914.14	2574.14	3.244
Pinie	122.518	122.518	103.453	134.053	1757.5	1757.5	1471.20	1876.20	805.4	1572.9	2328.29	2868.29	3.265
Pistache	90.392	90.392	78.359	91.959	1280.0	1280.0	1130.43	1310.43	690.3	1231.7	1764.87	2004.87	2.732

Bed.* = errechneter Bedarf ohne Abzüge und Zuzüge, nach den Formeln: MJ NEL: Milch kg / Tag x 3.14 + (LG+100) / 20; für APD: Milch kg / Tag x 50 + (LG+190) / 2; für RP: Milch kg / Tag / 62 + (LG+100)
 Bed. ** = errechneter Bedarf, Abzüge und Zuzüge nach Laktationswoche und Trächtigkeitsmonat eingerechnet; Futteraufnahmekapazität *** = TS% vom Lebendgewicht; normal = 50 bis 3.5 %

Anhang 3: BCS-Beurteilungsverfahren

nach FERGUSON et al., 1994 (Kopie des Merkblattes von „Elanco Animal Health“, welches für die Körperkonditionsbeurteilung in der vorliegenden Arbeit benutzt wurde)

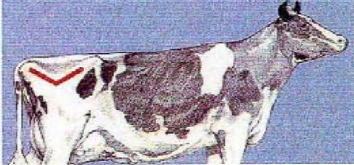


Fortsetzung Anhang 3

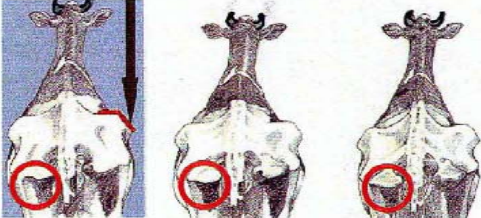
Körper-Konditions-Beurteilung (Body Condition Score, BCS)

Beckengegend von der Seite: Trochanter Mayor zum Sitzbeinhöcker

V: BCS ≤ 3.0



Runder Hüfthöcker
BCS = 3





BCS = 2.75
Sitzbeinhöcker (Kreis) gut gepolstert

BCS = 2.5
Sitzbeinhöcker leicht mit Fett bedeckt

BCS < 2.5
Keine Fettabdeckung

U: BCS > 3.0

BCS = 3.25
Sakralband (oben) und breites Beckenband (Kreis) sichtbar

BCS = 3.5
Sakralband sichtbar breites Beckenband erkennbar


BCS = 3.75
Sacralband erahnbar breites Beckenband unsichtbar

Querfortsätze der Wirbelsäule:

BCS = 2.25: ½ der Strecke zu den Dornfortsätzen ist wellig

BCS = 2.0: ¼ der Strecke zu den Dornfortsätzen ist wellig

BCS < 2.0: sägezahnähnliche Dornfortsätze und Trochanter mayor tritt stark hervor



BCS = 4: beide Bänder unsichtbar

BCS = 4.25: Lendenwirbelquerfortsätze gerade noch sichtbar

BCS = 4.5: Sitzbeinhöcker unsichtbar

BCS = 4.75: Hüfthöcker gerade noch sichtbar

BCS = 5.0: Alles in Fett gehüllt

Fortsetzung Anhang 3

Body Condition Scoring

Dieser aus dem amerikanischen Schrifttum stammende Ausdruck heißt übersetzt: Körper-Konditions-Beurteilung (KKB) und bezieht sich auf die relative Menge an subkutanem Fett und damit auf die Energiereserve der Kuh. Widmann et al. entwickelten ein 5-Punkte-Beurteilungssystem, um die relative Menge dieses Fettes zu ermitteln. Die meisten Körper-Konditions-Beurteilungssysteme für Milchkühe arbeiten mit einem 5-Punkte-System mit einer weiteren Unterteilung in 1/4 Punkte. Die KKB ist heute ein wichtiges Management Hilfsmittel geworden, um die Milchleistung und die Fruchtbarkeit zu maximieren, gleichzeitig aber die Inzidenz von Stoffwechselstörungen und Erkrankungen im peripartalen Zeitraum herabzusetzen.

Eine Überkonditionierung zum Zeitpunkt der Geburt (KKB > 4.0) führt zumeist zu einer verminderten Futtermittelaufnahme und damit zu einer erhöhten Anfälligkeit für peripartale Probleme. Im Gegensatz dazu führt ein schlechter Ernährungszustand (KKB < 3.0) zu diesem Zeitpunkt zu einem erniedrigten Milchgipfel und damit zu einem Milchmengenverlust während der gesamten Laktation. Milchkühe sollten in den ersten Wochen nach der Geburt nicht mehr als 1.0 Punkte auf der Beurteilungsskala an Körperkondition verlieren. Es wurde bewiesen, daß ein starker Gewichtsverlust in dieser Zeit die Fruchtbarkeit vermindert.

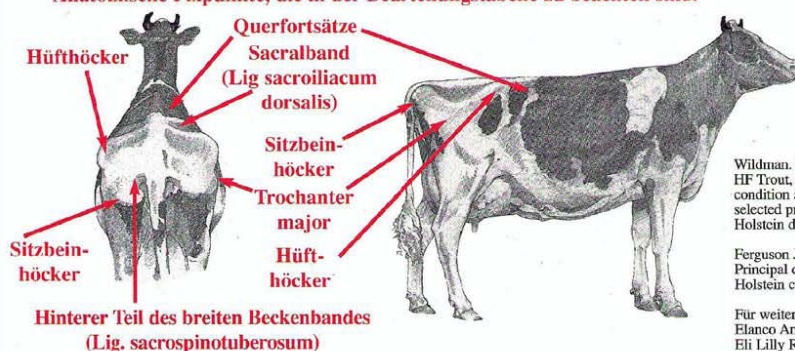
Dr. James Ferguson und Mitarbeiter an der Universität von Pennsylvania entwarfen einen Untersuchungsgang für die Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen. Hierbei wird eine fixierte Abfolge von Untersuchungspunkten verwendet, die den Beurteiler dazu anhält, ganz bestimmte anatomische Gebilde des Beckens und der Lendenregion nacheinander zu betrachten. Die Verwendung eines fixierten Untersuchungsganges führt zu einer Übereinstimmung und Wiederholbarkeit der Ergebnisse der KKB. Dieses System ist in der Mitte der Beurteilungsskala, wo sich die allermeisten Kühe befinden dürften, am genauesten (2.5 bis 4.0). Gerade dieser Bereich ist kritisch für Managemententscheidungen. Bestimmungen von Extremwerten bei der KKB sind weniger wichtig, weil Beurteilungen über oder unter diesem Mittelbereich auf gravierende Managementprobleme im Betrieb hindeuten.

Obwohl die Mehrzahl der Kühe mit den genannten Kriterien gut zu beurteilen sind, passen einige wenige doch nicht genau in das System. Die endgültige Beurteilung der Körperkondition muß in diesen Fällen unter Gewichtung einzelner Punkte berichtigt werden. Viele Kühe werden auch bei Verwendung der 1/4 Punkt Skalierung zwischen zwei definierte Ergebnisse fallen (z. B. zwischen 2.75 und 3.0). Unter diesen Umständen muß der Beurteiler eine Entscheidung treffen, welchem Punkt das Ergebnis näher liegt. In den allermeisten Fällen sind Unterschiede um einen 1/4 Punkt ohne große Bedeutung.

Zuerst wird das Tier von der Seite betrachtet und die Linie zwischen Sitzbeinhöcker über den Trochanter major zum Hüfthöcker beurteilt. Es ist zu unterscheiden, ob diese Verbindungslinie in einer sanften Kurve (U), sozusagen halbmondförmig, oder winkelig (V) verläuft. Dies ist zumeist der schwierigste Schritt, vor allem wenn sich das Tier zwischen einer Punktezahl von 3.0 und 3.25 befindet. Wenn eine Unterscheidung zwischen U und V nicht sicher möglich ist, müssen die nächsten Schritte vorgezogen werden.

Jetzt erfolgt die Betrachtung von hinten: Zur Beurteilung gelangt die Fettpolsterung über dem Hüft- und dem Sitzbeinhöcker, sowie das Hervortreten des hinteren Abschnittes des breiten Beckenbandes (Verbindung Sitzbeinhöcker zum Schwanzansatz) und des oberen Abschnittes des Lig. sacroiliacum (Verbindung zwischen Hüfthöcker und Dornfortsätzen des Kreuzbeines). Zu diesem Zeitpunkt kann der geübte Beurteiler normalerweise schon das richtige Ergebnis abschätzen. Obwohl damit die Punkteanzahl fixiert ist, sollte der Untersuchungsgang um mindestens einen Schritt weitergeführt werden, um so das Ergebnis abzusichern.

Anatomische Fixpunkte, die in der Beurteilungstabelle zu beachten sind:



Wildman, EE, Gm Jones, PE Wagner, RL Boman, HF Trout, and TN Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci.* 65:495

Ferguson JD, Galligan DT, and Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J Dairy Sci.* 77:2695-2703.

Für weitere Informationen kontaktieren sie bitte:
 Elanco Animal Health
 Eli Lilly Regional Operations Ges.m.b.H.
 Barichgasse 40-42, 1030 Wien, Austria
 Tel.: +43 1 711 78-314, Fax: +43 1 711 78-18
 e-mail: Elanco_Vienna@Lilly.com

AF 1404/02

Anhang 4: Tabellen zu den Ergebnissen im Projekt 1

Tab. 12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkäudauerparameter der einzelnen Kühe von sechs Beobachtungstagen

Name der Kuh	WKDAUER(m) Minuten	WKDAUER(s) Minuten	WKPERD(m) Minuten	WKPERD(s) Minuten
Alpina	509.38	25.43	31.80	10.04
Amanda	511.92	29.21	36.22	14.56
Antille	515.88	17.61	37.64	13.79
Bely	519.67	17.66	36.82	11.35
Bianca	542.17	25.01	47.51	15.47
Efeu	613.38	16.18	70.19	23.78
Fatima	573.85	43.74	48.96	21.01
Finda	482.77	27.50	30.88	8.98
Firne	482.92	37.14	35.82	15.72
Günsel	558.68	29.75	46.64	18.15
Holunder	524.67	27.55	49.11	21.57
Iris	506.50	16.63	37.63	13.66
Jaffa	542.70	24.36	45.56	16.22
Jamaika	531.02	11.57	46.44	18.98
Karina	516.25	32.99	42.86	17.62
Lussi	545.98	53.02	42.14	19.29
Malve	556.73	32.03	45.03	19.31
Mosel	546.95	30.12	49.02	16.45
Pamela	539.05	37.76	41.77	19.18
Pinie	487.12	47.13	38.77	12.57
Pistache	527.30	26.89	45.28	21.38
Rella	519.55	25.95	45.63	19.59
Samba	527.67	23.32	41.70	16.78
Wacholder	487.03	39.53	41.31	16.51
Wicke	535.83	27.82	40.13	14.72
Yukona	492.42	37.81	44.60	13.79
Zeder	501.42	23.06	33.66	10.85

Fortsetzung Anhang 4:

Tab. 13: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkäuzyklusparameter der einzelnen Kühe aus vier mal zehn Beobachtungen

Name der Kuh	KS/B (m) Anzahl	KS/B (s) Anzahl	KS/B (sm) Anzahl	KS/B (ms) Anzahl	KS/B (ss) Anzahl	Z/KS (m) Sec.	Z/KS (s) Sec.	Z/KS (sm) Sec.	Z/KS (ms) Sec.	Z/KS (ss) Sec.
Alpina	68.50	7.58	6.5	5.1	1.3	0.73	0.038	0.034	0.023	0.009
Amanda	63.15	7.39	4.2	5.9	3.7	0.84	0.047	0.038	0.032	0.016
Antille	56.51	5.72	2.8	5.3	1.3	0.91	0.021	0.010	0.020	0.004
Bely	61.48	7.99	5.8	6.2	1.8	0.86	0.042	0.033	0.031	0.009
Bianca	60.30	8.56	6.6	6.0	2.9	0.89	0.027	0.014	0.025	0.007
Efeu	61.85	10.69	5.7	9.7	1.8	0.84	0.066	0.038	0.041	0.051
Fatima	49.85	5.20	2.0	4.9	1.4	0.92	0.027	0.016	0.023	0.007
Finda	49.90	6.57	1.8	6.4	2.0	0.81	0.035	0.023	0.026	0.014
Firne	59.18	5.45	3.1	4.7	1.4	0.89	0.025	0.009	0.024	0.006
Günsel	53.55	4.42	1.3	4.3	1.5	0.89	0.032	0.023	0.025	0.005
Holunder	67.03	6.72	1.1	6.7	1.8	0.92	0.032	0.026	0.022	0.009
Iris	50.43	6.62	4.4	5.4	1.6	0.85	0.040	0.026	0.032	0.015
Jaffa	54.58	11.08	10.7	5.7	2.4	0.88	0.043	0.032	0.032	0.012
Jamaika	65.15	6.21	2.4	6.0	0.8	0.82	0.033	0.026	0.023	0.009
Karina	62.70	6.94	5.9	4.8	0.7	0.89	0.032	0.028	0.020	0.010
Lussi	48.88	4.84	3.1	3.8	1.8	0.85	0.047	0.028	0.034	0.028
Malve	60.83	11.39	6.4	8.2	7.2	0.77	0.075	0.075	0.035	0.015
Mosel	46.90	7.98	7.0	5.1	1.6	0.88	0.032	0.016	0.028	0.013
Pamela	64.73	6.32	1.9	6.1	1.8	0.82	0.046	0.044	0.026	0.001
Pinie	50.88	6.94	3.4	6.5	1.0	0.91	0.043	0.026	0.036	0.016
Pistache	59.10	9.06	6.8	6.7	2.7	0.81	0.055	0.039	0.035	0.033
Rella	80.50	6.26	2.6	6.0	0.6	0.72	0.022	0.010	0.019	0.011
Samba	73.10	6.48	3.5	5.9	0.5	0.76	0.028	0.018	0.023	0.010
Wacholder	61.43	10.09	9.3	6.0	1.7	0.84	0.053	0.033	0.043	0.019
Wicke	68.25	7.26	4.4	6.2	1.6	0.76	0.034	0.027	0.023	0.013
Yukona	60.95	6.91	4.9	5.6	0.6	0.86	0.053	0.034	0.035	0.035
Zeder	54.68	6.07	2.9	5.4	2.3	0.77	0.032	0.019	0.026	0.014

Fortsetzung Anhang 4:

Tab. 14: Mittelwerte und Standardabweichungen der Liegeparameter der einzelnen Kühe von sechs Beobachtungstagen

Name	LIEGEN (m) Minuten	LIEGEN (s) Minuten	ABLIEGEN (m) Anzahl	ABLIEGEN (s) Anzahl
Alpina	647.2	109.0	15.33	2.8
Amanda	524.7	99.4	13.67	1.4
Antille	715.8	49.6	11.33	1.4
Bely	651.3	57.0	8.50	1.2
Bianca	635.7	69.7	9.17	1.7
Efeu	677.7	112.0	8.50	2.2
Fatima	654.9	41.8	12.83	2.0
Finda	698.5	25.4	10.67	0.8
Firne	776.2	65.1	10.00	1.5
Günsel	643.7	46.6	11.33	0.8
Holunder	834.6	21.4	10.83	1.7
Iris	718.2	57.3	14.33	3.4
Jaffa	667.4	132.0	14.50	2.9
Jamaika	687.0	98.1	12.50	1.6
Karina	692.9	48.8	12.83	1.7
Lussi	580.3	50.2	7.33	1.0
Malve	649.3	55.7	9.83	1.9
Mosel	607.3	79.4	12.00	1.3
Pamela	734.1	64.0	8.67	1.0
Pinie	391.9	217.8	7.33	3.1
Pistache	652.7	64.5	14.67	3.2
Rella	701.4	80.0	12.00	2.2
Samba	738.3	37.2	13.00	0.9
Wacholder	692.6	43.3	12.17	1.9
Wicke	769.0	85.2	10.67	2.4
Yukona	724.4	32.1	9.50	1.0
Zeder	738.1	83.2	16.17	2.2

Fortsetzung Anhang 4:

Tab. 15: Mittelwerte und Standardabweichungen der Kotbeurteilungsnoten der einzelnen Kühe aus fünf Beobachtungstagen

Name	KOT (m) Note	KOT (s) Note
Alpina	10.7	1.30
Amanda	10.8	1.30
Antille	11.2	0.84
Bely	7.8	0.84
Bianca	7.6	0.89
Efeu	9.2	0.45
Fatima	10.6	0.89
Finda	9.4	0.55
Firne	9.0	1.41
Günsel	11.4	0.89
Holunder	11.3	0.27
Iris	12.2	0.45
Jaffa	10.7	0.97
Jamaika	9.2	1.92
Karina	9.9	0.74
Lussi	11.6	0.55
Malve	9.0	1.22
Mosel	9.2	0.45
Pamela	10.8	1.30
Pinie	8.4	0.89
Pistache	11.3	1.40
Rella	8.4	1.34
Samba	10.9	0.89
Wacholder	11.9	1.08
Wicke	10.4	1.67
Yukona	11.7	0.84
Zeder	9.2	0.84

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt und andere als die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder unveröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Kein Teil dieser Arbeit ist in einem anderen Promotions- oder Habilitationsverfahren verwendet worden.

Annette Spengler Neff, Januar 2011