

**Auswirkung unterschiedlicher ökologischer und konventioneller
Haltungssysteme auf die Milchleistung, Stoffwechselgesundheit und
Fruchtbarkeitsparameter bayerischer Milchviehkühe**

von
Paula Isabel Heine

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
(Dr. rer. biol. vet.)
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität München

**Auswirkung unterschiedlicher ökologischer und konventioneller
Haltungssysteme auf die Milchleistung, Stoffwechselgesundheit und
Fruchtbarkeitsparameter bayerischer Milchviehkühe**

von Paula Isabel Heine
aus Gräfelfing

München 2022

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. Elke Rauch

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

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.
Berichterstatterin:	Priv.-Doz. Dr. Elke Rauch
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. Rolf Mansfeld

Tag der Promotion: 12. Februar 2022

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	ERWEITERTE LITERATUR	3
2.1	Haltungssysteme in der Milchviehhaltung in Bayern	3
2.2	Generelle Herausforderungen in der ökologischen Milchviehhaltung	4
2.3	Monitoringprogramm des LKV Bayern	6
2.4	Energiestoffwechsel der Milchkuh unter Berücksichtigung der Trockenstehphase und der Frühlaktation	7
2.4.1	Energiestoffwechsel während der Trockenstehphase	7
2.4.2	Intermediärstoffwechsel der Transitphase und in der Frühlaktation	8
2.4.3	Erkrankungen in Zusammenhang mit dem Stoffwechsel	10
2.4.3.1	Ketose	10
2.4.3.2	Subakute Pansenazidose (SARA)	12
2.4.4	Weitere Einflüsse auf die Stoffwechselgesundheit	13
2.4.4.1	Einfluss Weidehaltung	13
2.4.4.2	Einfluss Laktationsstadium	15
2.4.5	Wirtschaftliche Bedeutung Stoffwechsel	15
2.5	Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit	16
2.5.1	Erstkalbealter	17
2.5.2	Fruchtbarkeitsparameter	18
2.5.2.1	Non-Return-Rate 90	18
2.5.2.2	Rastzeit	18
2.5.2.3	Güstzeit, Zwischentragezeit	19
2.5.2.4	Zwischenkalbezeit	19
2.5.3	Wirtschaftliche Bedeutung der Fruchtbarkeit	21
3	METHODENBESCHREIBUNG	23
3.1	Methodisches Konzept der Arbeit	23
3.2	LKV Datenauswertung	24

3.2.1	Auswahl der Betriebe	24
3.2.2	Ausgewählte Parameter	26
3.3	Datenverarbeitung	29
3.4	Statistische Auswertung	29
4	PUBLIZIERTE ERGEBNISSE	31
5	ERWEITERTE ERGEBNISSE – HORIZONTALER VERGLEICH ÖKOLOGISCHER UND KONVENTIONELLER HALTUNGSSYSTEME	47
5.1	Auswertung jährlich erhobener Stichtagsdaten des LKV Bayern – Milchleistungsparameter	47
5.1.1	Mittlere 305-Tage-Milchleistung	47
5.1.2	Mittlerer Milchfettgehalt	49
5.1.3	Mittlerer Milcheiweißgehalt	50
5.2	Auswertung monatlich erhobener Milchleistungsprüfungsdaten des LKV Bayern – Milchleistungsparameter	52
5.2.1	Mittlere 100-Tage-Leistung Milch der Erstlaktierenden	52
5.2.2	Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett der Erstlaktierenden	54
5.3	Auswertung monatlich erhobener Milchleistungsprüfungsdaten des LKV Bayern – Fett-Eiweiß-Quotient	56
5.3.1	Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit der Laktationen	57
5.3.2	Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktationen	59
5.3.3	Anteil der Erstlaktierenden mit Risiko an Ketose zu erkranken im Verlauf der ersten 100 Tage in Laktation	60
5.4	Auswertung jährlich erhobener Stichtagsdaten des LKV Bayern – Fruchtbarkeitsparameter	61
5.4.1	Mittleres Erstkalbealter	62
5.4.2	Mittlere Non-Return-Rate 90	63
5.4.3	Mittlere Rastzeit	64
5.4.4	Mittlere Zwischenkalbezeit	65
6	ERWEITERTE DISKUSSION	67
6.1	Milchleistungsparameter	67

6.1.1	Mittlere 305-Tage-Milchleistung.....	67
6.1.2	Mittlerer Milchfettgehalt	67
6.1.3	Mittlerer Milcheiweißgehalt	68
6.1.4	Milchleistungsparameter und Tierwohl	69
6.2	Stoffwechselparameter – Fett-Eiweiß-Quotient	70
6.2.1	Fett-Eiweiß-Quotient und Ketoserisiko der Erstlaktierenden ..	70
6.2.2	Stoffwechselgesundheit und Tierwohl	71
6.3	Fruchtbarkeitsparameter	72
6.3.1	Mittleres Erstkalbealter	72
6.3.2	Mittlere Non-Return-Rate 90.....	73
6.3.3	Mittlere Rastzeit.....	74
6.3.4	Mittlere Zwischenkalbezeit.....	74
6.3.5	Fruchtbarkeit und Tierwohl	75
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	77
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	79
9	SUMMARY	83
10	LITERATURVERZEICHNIS	87
11	ANHANG	107
	Anhang I: LKV-Einverständniserklärung der Landwirte	107
12	DANKSAGUNG	109

Verzeichnis für Abkürzungen und Symbole

Abb.	Abbildung
a.p.	<i>ante partum</i>
AH+W	ökologische Anbindehaltung mit Weide
BayAgrarWiG	Bayerisches Agrarwirtschaftsgesetz
BHB	β -Hydroxybutyrat
Bio-/ bio	Biologisch/ ökologisch, nach Richtlinien des ökologischen/biologischen Landbaus
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BV	Braunvieh
bzw.	beziehungsweise
CA	Canada
CK	klinische Ketose
DE	Deutschland
EKA	Erstkalbealter
E	Milcheiweiß
ES	Spanien
EU	Europäische Union
F	Milchfett
FCM	Fettkorrigierte Milch
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
FR	Frankreich
FV	Fleckvieh
GZ	Güstzeit
HF	Holstein-Friesian
kg	Kilogramm
Konv	konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf
l	Liter
LA	Laktationsabschnitt
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern

LOM	Lebendohrmarke
LS+A	ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf
LS+W	ökologische Laufstallhaltung mit Weide
max.	maximal
min.	minimal
MLP	Milchleistungsprüfung
mmol	Millimol
mpr	Milchprüfring
n	Stichprobenumfang
NEB	Negative Energiebilanz
NL	Niederlande
NRR 90	Non-Return-Rate 90
NZ	Neuseeland
Öko/ öko	Ökologisch/ biologisch, nach Richtlinien des ökologischen/biologischen Landbaus
ÖZW	Ökologischer Gesamtzuchtwert
p	Signifikanz Niveau <0,05
p.p.	<i>post partum</i>
pH	potentia hydrogenii
RB	Rotbunte
RZ	Rastzeit
SARA	subakute Pansenazidose
SB	Schwarzbunte
SCK	subklinische Ketose
SE	Schweden
Sta-AB	Standardabweichung
Tab	Tabelle
u. a.	unter anderem
VO (EG)	Verordnung der Europäischen Gemeinschaft
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZKZ	Zwischenkalbezeit
ZTZ	Zwischentragezeit

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Transitphase von Kühen; modifiziert nach Kaske et al. (2006) und Drackley (1999); a.p. = *ante partum*; p.p. = *post partum* 7
- Abbildung 2: Schematische Nettoenergiebilanz einer Hochleistungskuh. A = Initialphase, B = adaptierte oder Hauptphase, C = Endphase der negativen Energiebilanz nach Rossow (2003) im Zeitraum kurz vor der Geburt bis 52 Wochen p. p. 9
- Abbildung 3: Mittlere 305-Tage-Milchleistung auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit $* 0,10 > p > 0,05$; $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$ 48
- Abbildung 4: Mittlerer Milchfettgehalt (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit $* 0,10 > p > 0,05$; $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$ 49
- Abbildung 5: Mittlerer Milcheiweißgehalt (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$ 51
- Abbildung 6: Mittlere 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit $* 0,10 > p > 0,05$; mit $n_{AH+W} = 582$; $n_{LS+W} = 819$; $n_{LS+A} = 367$; $n_{Konv} = 968$; 53
- Abbildung 7: Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede

(p < 0,05) tendenzielle Unterschiede mit * 0,10 > p > 0,05; n _{AH+W} = 582; n _{LS+W} = 819; n _{LS+A} = 367; n _{Konv} = 968	55
Abbildung 8: Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktationen von Kühen aus ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017, *** p < 0,001	57
Abbildung 9: Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktation bei unterschiedlicher Anzahl der Laktationen in ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; mit: 6–30 Tage = 1. Laktationsabschnitt (LA); 31–60 Tage = 2. LA; 61–100 Tage = 3. LA; 101–200 Tage = 4. LA; 201–300 Tage = 5. LA; > 300 Tage = 6. LA.....	59
Abbildung 10: Übersicht des prozentualen Anteils der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko ökologischer und konventioneller Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland, berechnet nach Glatz-Hoppe et al. (2020) in den Jahren 2015–2017, gruppiert nach Laktationstagen; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede (p < 0,05); tendenzielle Unterschiede mit * 0,10 > p > 0,05	60
Abbildung 11: Erstkalbealter (Monate), in den Jahren 2015–2017 von Kühen aus ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; Daten auf Basis der MLP-Daten des LKV Bayern, unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede (p < 0,05).....	62
Abbildung 12: Mittlere Non-Return-Rate 90 (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede (p < 0,05); n _{AH+W} = 92; n _{LS+W} = 58; n _{LS+A} = 21; n _{Konv} = 57	63
Abbildung 13: Mittlere Rastzeit (Tage) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede (p < 0,05); n _{AH+W} = 92; n _{LS+W} = 58; n _{LS+A} = 21; n _{Konv} = 57	64
Abbildung 14: Mittlere Zwischenkalbezeit (Tage) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der	

Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); mit $n_{AH+W} = 97$; $n_{LS+W} = 60$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 57$ 65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ketoseprävalenzen in ökologischen Milchviehbetrieben weltweit	11
Tabelle 2: Übersicht der bayerischen Fruchtbarkeitskennzahlen aller bayerischen LKV-Betriebe der Jahre 2013–2020 (LKV Bayern 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020).....	16
Tabelle 3: Verteilung der Rassen innerhalb der einzelnen Haltungssysteme bei ausgewählten bayerischen ökologischen Milchviehbetrieben im Verband Naturland und bayerischen konventionellen Milchviehbetrieben; LKV-Daten der Jahre 2015–2017	25
Tabelle 4: Berechnung der unteren und oberen Grenzen des Normalbereichs für Milcheiweiß ($E_{\max}$ und $E_{\min}$) und MilCHFett ($F_{\max}$ und $F_{\min}$) Glatz-Hoppe et al. (2019a) ¹	28
Tabelle 5: Mittlere 305-Tage-Milchleistung auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV	48
Tabelle 6: Mittlerer MilCHFettgehalt auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV	50
Tabelle 7: Mittlerer Milcheiweißgehalt auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV	51
Tabelle 8: Mittlere 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017	53
Tabelle 9: Mittlere 100-Tage-Leistung MilCHFett (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV	55
Tabelle 10: Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) nach Haltungssystem auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV	56
Tabelle 11: Mittlerer Fett-Eiweiß-Quotient mit Standardabweichung im Verlauf der Laktationen von Kühen aus ökologischen und konventionellen	

Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017	58
Tabelle 12: Übersicht der erhobenen Fruchtbarkeitsparameter auf Betriebsebene auf ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP Daten (EKA) und Stichtagsdaten (NRR 90, RZ, ZKZ) des LKV Bayern	61

1 Einleitung

In der heutigen urbanen Gesellschaft hat die landwirtschaftliche Nutztierhaltung im letzten Jahrhundert rapide an Akzeptanz verloren und steht in ständiger Diskussion (BMEL 2019a). Im Mittelpunkt stehen neben der Forderung nach einem höheren Anteil an biologischer Landwirtschaft (BMEL 2019b) Themen, wie z. B. mehr Platzverfügbarkeit, Art der Haltung, Tierwohl- und Tiergesundheit sowie die Fütterung der Tiere (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL 2015). Das zentrale Anliegen der ökologischen Landwirtschaft ist es, über präventive Maßnahmen das Tierwohl zu gewährleisten (VO (EU) Nr. 2018/848 2018). Immer wieder umstritten und inmitten der öffentlichen Diskussion ist das System Anbindehaltung (Dauermann und Kussin 2020, Kaniber 2021, Sebald 2021). Um Schäden am Tier zu vermeiden ist die ganzjährige Anbindehaltung mit dem Beschluss des Verwaltungsgerichts Münster vom 20. Dezember 2019 (Az.: 11 L 843/19) nunmehr unter der Auflage eines zweistündigen Auslaufs in der Zeit vom 1. Juni bis 30. September erlaubt. In der ökologischen Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission, Artikel 39 wird während der Weidezeit Zugang zu Weideland vorgeschrieben. Dies wird in Artikel 14 mit dem Zusatz: "Zugang zu Weideland [...], wann immer die Umstände dies gestatten" verschärft. Gleiches gilt weiterhin in der neuen VO (EU) Nr. 2018/848 (2018). Aufgrund der zahlreichen Debatten in der Gesellschaft bezüglich Anbindehaltung gab es in den letzten Jahren vermehrt Studien zur Tierwohlsituation, sowohl in der ökologischen, als auch in der konventionellen Landwirtschaft (Brinkmann et al. 2017, Wagner et al. 2017, Ofner-Schröck et al. 2020). Meist wurden verschiedene Parameter, wie z. B. Weideverfügbarkeit, Milchleistung, Fruchtbarkeit, Stoffwechselgesundheit, oder auch Schäden am Tier und Platzverfügbarkeit analysiert (Wagner et al. 2017, Bauer et al. 2021, Gauly 2021). Interessant dabei wäre, wie sehr das Haltungssystem bzw. das Bewirtschaftungssystem die einzelnen Parameter beeinflusst.

Ziel der vorliegenden Arbeit soll sein, die wesentlichen Parameter zur Milchleistung, der Fruchtbarkeit und der Stoffwechselgesundheit in Bezug auf die jeweiligen unterschiedlichen Haltungssysteme in der ökologischen und konventionellen Milchviehhaltung zu untersuchen. Anschließend werden die Parameter unter dem Aspekt des Tierwohls analysiert, um mögliche Unterschiede zu detektieren.

Folgende Hypothesen sollen geprüft werden:

- Das Haltungssystem beeinflusst die Milchleistung wesentlich.
- Der Fett-Eiweiß-Quotient wird von folgenden Faktoren beeinflusst: Haltungssystem, Bewirtschaftungsweise, Anzahl Laktationen, Abstand zur Kalbung.
- Durch die Bewirtschaftungsweise ökologisch, bzw. konventionell sowie den Haltungssystemen kann die Fruchtbarkeit beeinflusst werden.
- Das Tierwohl der Kühe, die in ökologisch wirtschaftenden Anbindehaltungsbetrieben mit Weide gehalten werden, wird, im Vergleich zu anderen Haltungssystemen [Laufställen mit Weide (ökologisch), Laufstall mit Auslauf (ökologisch und konventionell)], von dem Haltungssystem nicht negativ beeinflusst.

2 Erweiterte Literatur

2.1 Haltungssysteme in der Milchviehhaltung in Bayern

Generell kann bei der Milchviehhaltung im Stall zwischen zwei Haltungssystemen unterschieden werden, dem Laufstallsystem und der Anbindehaltung. Das in der Milchviehhaltung vorherrschende System in Bayern stellt die Laufstallhaltung dar (LKV Bayern 2020). Hierbei können sich Kühe frei zwischen sogenannten Funktionsbereichen, dem Fress- und Liegeplatz sowie den Laufflächen, bewegen. Optional haben die Kühe Zugang zu einer weiteren Auslauffläche bzw. zu Weideland. In der Anbindehaltung wird zwischen „ganzjähriger Anbindehaltung“ und „Anbindehaltung mit Auslauf“ unterschieden. Als „ganzjährige Anbindehaltung“ wird ein Haltungssystem gesehen, in dem Kühe, bis auf die gesetzliche Mindestauslaufzeit (Az.: 11 L 843/19) das gesamte Jahr angebunden sind. „Anbindehaltung mit Auslauf“ setzt den Zugang zu Weideland bzw. zu einem Auslauf voraus.

In Bayern hielten 2016 rund 54 % der gesamten LKV-Betriebe ihre Kühe in Laufstallhaltung. Diese 54 % der Betriebe hielten 73 % der Kühe und erzeugten 75 % der Milch. Eine separate Betrachtung der ökologischen Betriebe wies einen Anteil an Laufstallbetrieben von rund 74 % auf (Dorfner und Zenger 2017). Dorfner und Zenger (2017) stellten zudem einen Zusammenhang zwischen Herdengröße und Haltungssystem dar. In Herdengrößen bis zu 30–40 Kühen überwiegte das System Anbindehaltung, ab dieser Bestandsgröße dominierte das Haltungssystem Laufstallhaltung.

Medial steht jedoch das Haltungsverfahren Anbindehaltung, im Besonderen die ganzjährige Anbindehaltung, im Fokus öffentlicher Debatten (Dauermann und Kussin 2020, Kaniber 2021, Sebald 2021). Im Gegensatz zu konventionellen Milchviehbetrieben mit Anbindehaltung, in welchen Weideland und Freilaufflächen optional sind, müssen Kühe in ökologischen Milchviehbetrieben mit Anbindehaltung während der Vegetationsperiode Zugang zu Weideland haben bzw. mindestens zweimal wöchentlich Zugang zu einem Freigelände, wenn das Weiden nicht möglich ist (VO (EU) Nr. 2018/848 2018). Zudem ist die Herdengröße auf 50 Kühe (ausgenommen Jungvieh) beschränkt.

2.2 Generelle Herausforderungen in der ökologischen Milchviehhaltung

Eine ausreichende Energieversorgung durch eine angepasste Fütterung der Kühe ist unerlässlich für eine nachhaltige und tiergerechte Milchviehhaltung und eine ökonomische Milchproduktion (Schmiedel 2008, Härle 2010, Volling et al. 2010). Dabei stellt die leistungsgerechte Fütterung zusammen mit einer guten Haltung einen Grundstein für eine gute Tiergesundheit, eine hohe Milchleistung und eine lange Nutzungsdauer dar (Manteca et al. 2008, Brade 2012, Escribano 2018).

Auch wenn die Regulation der EU bezüglich der ökologischen Fütterung in der Früh-laktation lediglich einen Anteil von 50 % Raufutter vorschreibt (VO (EU) Nr. 2018/848 2018) ist die Beschaffung von hochenergetischem Futter in geforderter ökologischer Qualität schwierig und kostspielig (Dalton et al. 2008, Horn et al. 2013a) und die Rationen dementsprechend oft extensiv. Vor allem heimische Eiweißträger sind knapp (Benecke 2019).

Desweiteren zeigten z. B. Leisen und Uhlig (2017), dass Betriebe mit viel Weide (über 60 % Weideanteil in der Sommerration) und gleichzeitig wenig Kraftfutter, ein wirtschaftlich besseres Ergebnis, trotz geringerer Milchleistung (- 1.179 kg ECM/Kuh) zeigten, als Betriebe mit wenig Weide und viel Kraftfutter. Auch Eilers et al. (2017) kamen zu dem Ergebnis, dass unter den gesetzlichen Vorgaben lediglich die Variante „bio ohne Kraftfutter“ eine gute Ausgangslage für Bio-Betriebe schaffe, um wirtschaftlich zu agieren. Auch Studien außerhalb Europas kamen zu einem wirtschaftlicheren Ergebnis bei grundfutterbasierter Fütterung (> 60 %) und moderatem Kraftfuttereinsatz (Marston et al. 2011). Eine ausreichende Energieversorgung bei gleichzeitiger Einsparung des Kraftfutters ist nur durch ein qualitativ hochwertiges Grundfutter mit einer hohen Energiekonzentration zu erreichen (Patel et al. 2013, Schmitz 2018). Dementsprechend sollte es das Ziel sein, eine möglichst hohe Milchleistung aus dem Grundfutter zu erzielen (Eilers et al. 2017). Hier zeigten sich ökologisch wirtschaftende Betriebe bereits deutlich besser, als konventionelle Betriebe (Gräter 2015).

Somit ist neben der Fachkenntnis über Milchviehhaltung auch eine Optimierung des Grünlandmanagements anzustreben (Steinwigger und Starz 2006). Auch wenn sich die durchschnittliche Milchleistung bei Öko-Betrieben in den letzten Jahrzehnten deutlich gesteigert hat (Steinwigger 2013, LKV Bayern 2018), sind immer noch Differenzen zu konventionellen Betrieben ersichtlich. Ein Grund für die Differenz der Milchleistung zu konventionell wirtschaftenden Betrieben sind neben der extensiven Fütterung auch die abweichenden Zuchtziele. Im Gegensatz zu konventionellen Betrieben, bei welchen die Milchleistung meist an vorderer Stelle steht (Ahlman et al. 2012), werden in der ökologischen Milchviehhaltung andere Zuchtziele, wie z. B: Nutzungsdauer, Krankheitsresistenz (v. a. Mastitisresistenz), bessere Grundfutterverwertung und Robustheit verfolgt (Fürst 2006, Ahlman et al. 2012, Przewozny und Peters 2012, Rößler et al. 2013). Das Ergebnis dieser Zuchtziele spiegelt sich in der längeren Nutzungsdauer und dem damit verbundenen höheren Abgangsalter wider (Wangler et al. 2009). Jedoch ist eine geringere Milchleistung nicht per se als negativ zu bewerten. Mit fortschreitender Milchleistungssteigerung nehmen durch ungünstige genetische Korrelationen die Erkrankungshäufigkeit zu und verschlechterte Fruchtbarkeitsergebnisse sind möglich (Knaus 2009, Oltmann und Broom 2010). Weltweit lag der Fokus der Zucht in den letzten Jahrzehnten auf der stetigen Verbesserung der Milchleistung. Auch gab es einen Wandel von der weidebasierten Milchviehhaltung hin zur intensiven Stallhaltung (Kiefer 2014). In der ökologischen Landwirtschaft werden jedoch meist dieselben Zuchtbullen wie in der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt (Nauta et al. 2001). Da die ökologische Landwirtschaft von Weidehaltung und raufutterbasierter, extensiver Fütterung geprägt wird, kommt die Frage auf, ob sich Milchkühe mit der Genetik aus herkömmlichen Zuchtprogrammen für Low-Input-Systeme eignen (Dillon et al. 2003). Aus diesem Grund wurde der ökologische Gesamtzuchtwert (ÖZW) etabliert. Dieser ermöglicht es, den besonderen Ansprüchen der ökologischen Rinderzucht in besonderer Weise Rechnung zu tragen. Hierfür werden Leistungsdaten zur Konstitution (Nutzungsdauer, Kalbung und Vitalität, Form und Euter) und Leistung (Ökologischer Milchwert, Persistenz und Leistungssteigerung, Fleischwert) speziell gewichtet (LfL 2021).

2.3 Monitoringprogramm des LKV Bayern

Das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV) übernimmt nach Artikel 5 des bayerischen Agrarwirtschaftsgesetzes (BayAgrarWiG) vom Freistaat Bayern übertragene Aufgaben. Zudem umfasst das Aufgabenspektrum Beratungstätigkeiten nach Art. 6 und Art. 9 des BayAgrarWiG. Für die entstandenen Aufwendungen erhält der LKV Bayern nach Art. 6 BayAgrarWiG Erstattungen, die in Form von vergünstigten Beratungsangeboten an erzeugende Betriebe weitergegeben werden. Hierbei werden Inhaber kleiner und mittlerer landwirtschaftliche Betriebe (KMU Betriebe) bevorzugt.

Im Rahmen der Beratungsangebote bietet der LKV Bayern landwirtschaftlichen Betrieben die Möglichkeit, regelmäßig die Leistung der Nutztiere zu überprüfen. Bei Milchviehhaltenden Betrieben wird elf Mal jährlich eine repräsentative Milchprobe jeder laktierenden Kuh des Betriebes genommen. Kontrolliert werden neben der aktuellen Tagesmilchmenge, den Inhaltsstoffen der Milch, auch die Milchezellzahl und die Melkbarkeit. Der Milchprüfring Bayern (mpr) führt die Analysen der Milchproben durch und liefert zuverlässige Werte zu den MilCHFett-, Milcheiweiß-, Harnstoff-, Zell- und Laktosegehalten. Die gesammelte Auswertung jeder Milchprobe wird den Betrieben zur Verfügung gestellt. Aus den Werten lässt sich ein Überblick über die Energie- und Eiweißversorgung, die Stoffwechselgesundheit, die Eutergesundheit, Leistungsentwicklung und die Melkbarkeit ableiten (LKV Bayern 2021).

2.4 Energiestoffwechsel der Milchkuh unter Berücksichtigung der Trockenstehphase und der Frühlaktation

2.4.1 Energiestoffwechsel während der Trockenstehphase

Unter Trockenstehphase wird die Zeit zwischen dem Ende der Laktation und der Geburt des Kalbes verstanden, in der die Kuh nicht gemolken wird. Zwar ist die genaue Dauer immer betriebs- und managementabhängig, gängig ist jedoch eine Empfehlung von acht Wochen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, kann die Trockenstehphase in zwei Zeitintervalle unterteilt werden: Hochträchtigkeit (Ende Laktation bis ca. drei Wochen vor Abkalbung; "Far off") und Endträchtigkeit [drei Wochen vor Abkalbung bis Abkalbung; "Close up" (Drackley 1999, Degaris et al. 2008)].

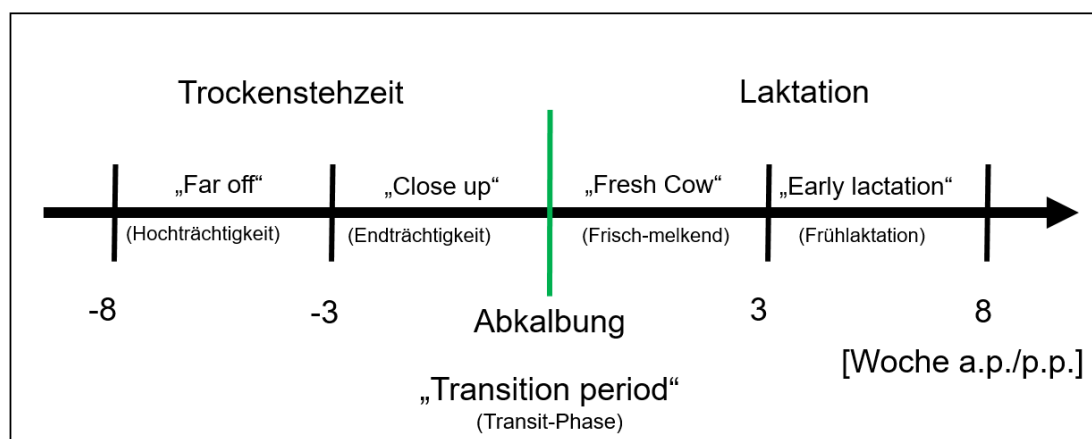


Abbildung 1: Transitphase von Kühen; modifiziert nach Kaske et al. (2006) und Drackley (1999); a.p. = *ante partum*; p.p. = *post partum*

Um eine optimale energetische Versorgung und eine hohe Trockenmasseaufnahme in der Frühlaktation zu begünstigen, ist nachweislich die restriktive Fütterung während der Trockenstehphase notwendig (Drackley 1999, Douglas et al. 2006). Nach Gruber et al. (2015) führt eine hohe Energieversorgung vor der Abkalbung zwar zu einer Erhöhung der Milchleistung und der Milchinhaltsstoffe in der Laktation, verstärkt jedoch auch die negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation und begünstigt somit Stoffwechselprobleme.

2.4.2 Intermediärstoffwechsel der Transitphase und in der Frühlaktation

Als Transitphase wird geläufig der Zeitraum drei Wochen vor der Abkalbung bis drei Wochen nach der Abkalbung beschrieben, einheitliche Definitionen sind jedoch nicht zu finden (Grummer 1995, Drackley 1999). Diese Phase umfasst den Übergang der tragenden Kuh hin zur laktierenden Kuh und gilt als Risikophase für metabolische und infektiöse Krankheiten (Cai et al. 1994, Grummer 1995, Ingvarsen und Andersen 2000, Goldhawk et al. 2009). Mit Einsetzen der Milchsekretion in der Frühlaktation steigt der Energiebedarf sprunghaft massiv an. Dabei wird die maximale Milchleistung bereits in der sechsten bis siebten Laktationswoche erreicht, die maximale Trockensubstanzaufnahme jedoch erst in der zehnten bzw. ab der 15. Laktationswoche (Peisker et al. 2019). Besonders gefährdet sind hierbei Erstlaktierende, da sie zum einen prozentual zu ihrem Körpergewicht weniger Futter als Mehrlaktierende aufnehmen und zum anderen zusätzliche Energie für die körperliche Entwicklung benötigen (Grummer et al. 2004).

Aus der Aufrechnung der zu geringen Energieaufnahme durch das Futter gegen den hohen Energieverbrauch für Erhalt und Leistung ergibt sich eine negative Energiebilanz. Diese entstandene negative Energiebilanz rund um den Abkalbezeitraum kann in drei Phasen unterteilt werden: Initial- oder Anpassungsphase (1 Woche a.p. bis 3 Wochen p.p.), Hauptphase (4.–8. Woche p.p.) und Endphase [9.–12. (16.) Woche p.p.]. Dabei sollte die negative Energiebilanz etwa in der 12.–16. Woche der Laktation beendet sein [siehe Abbildung 2, Rossow (2003)].

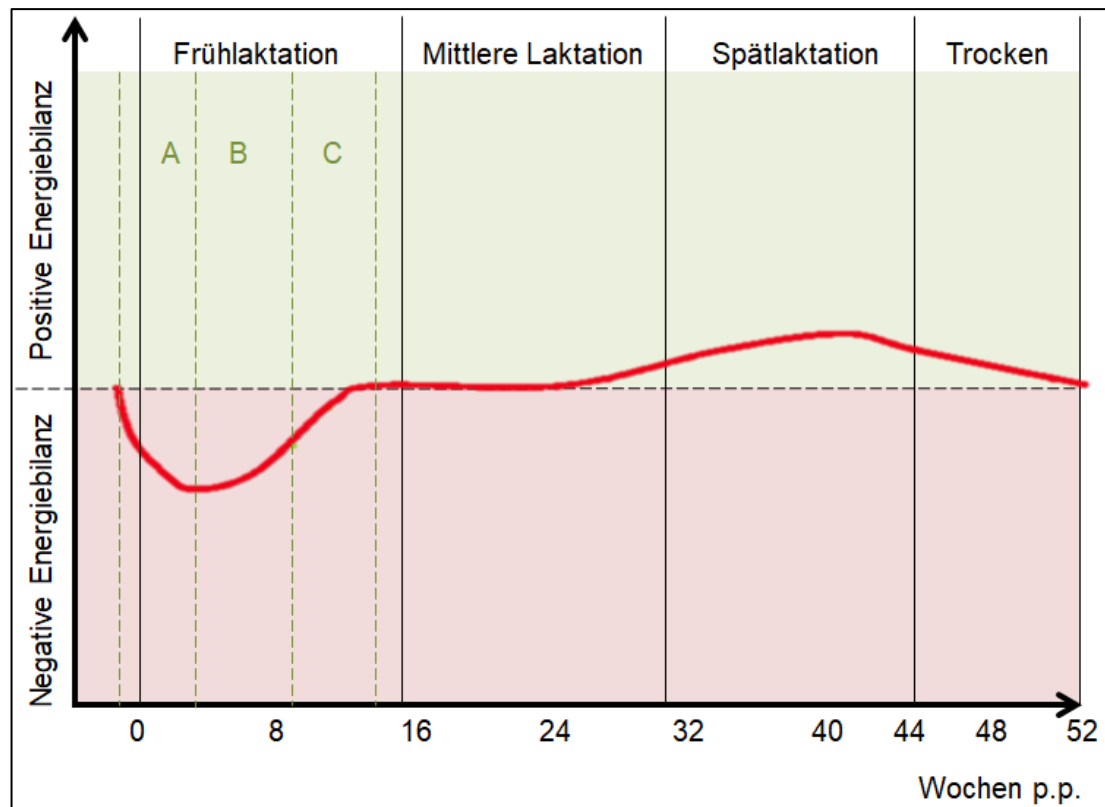


Abbildung 2: Schematische Nettoenergiebilanz einer Hochleistungskuh. A = Initialphase, B = adaptierte oder Hauptphase, C = Endphase der negativen Energiebilanz nach Rossow (2003) im Zeitraum kurz vor der Geburt bis 52 Wochen p. p.

Um das Energiedefizit v. a. in der Initialphase auszugleichen, kommt es zur Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven (Bauman und Currie 1980, Frigens et al. 2007, van Knegsel et al. 2007, Roche et al. 2009). Der Stoffwechsel der Transitzühe wechselt also innerhalb kürzester Zeit von einem anabolen zu einem katabolen Stoffwechsel (McNamara 1991).

Hält die negative Energiebilanz über einen längeren Zeitraum an, kann dies zu Stoffwechselerkrankungen, wie z. B. Ketose führen (Herdt 2000, Duffield et al. 2009, Esposito et al. 2014).

2.4.3 Erkrankungen in Zusammenhang mit dem Stoffwechsel

2.4.3.1 Ketose

Bovine Ketose oder auch Azetonämie ist gekennzeichnet durch eine Störung des Kohlehydrat- und Fettsäurestoffwechsels. Dabei sinkt die Blutglukosekonzentration bei gleichzeitigem Anstieg der Konzentration der Ketonkörper β -Hydroxybutyrat (BHB), Acetoacetat und Acetat (Baird 1982). Dementsprechend ist eine gehäufte Ausscheidung der Ketonkörper über Körperflüssigkeiten wie Milch, Harn und Blut vorzufinden.

Subklinische Ketosen können über die Konzentration von BHB in Blut, Harn und Milch definiert werden und auch mit klinischen Symptomen einhergehen. BHB-Werte im Blut deuten ab einer Konzentration von $\geq 1,2$ mmol BHB/l bzw. $\geq 1,4$ mmol BHB/l auf eine subklinische Ketose und ab $\geq 2,9$ mmol BHB/l bzw. $\geq 3,0$ mmol BHB/l auf eine klinische Ketose hin (Geishauser et al. 1998, Duffield 2010, McArt et al. 2011).

In der Milch kann zur Identifizierung einer potenziellen Ketose neben der Konzentration von mmol BHB/l, auch das Verhältnis zwischen MilCHFett und Milcheiweiß herangezogen werden (Spohr 2009, Vlček et al. 2016). Glatz-Hoppe et al. definierten 2020 neue Grenzen des Fett-Eiweiß-Quotienten (FEQ). So stellten sie bei einem FEQ von $> 1,4$ einen Energiemangel fest. Weiter konnte ein Ketoseverdacht bei Kühen mit einem FEQ $> 1,4$ mit zugleich einem geringen Milcheiweißgehalt bzw. einem FEQ $> 1,4$ und zugleich einem zu hohen MilCHFettgehalt markiert werden.

Bei einem Grenzwert von $\geq 1,2$ bis $1,4$ mmol/L konnten auf zehn konventionellen europäischen Betrieben Prävalenzen subklinischer Ketose von 6,9–43 % innerhalb der ersten zwei Monate der Laktation verzeichnet werden (Suthar et al. 2013). McArt et al. (2011) stellten in den USA (je zwei konventionelle Betriebe in New York und Wisconsin) bei 43,2 % der innerhalb der ersten 16 Tage der Laktation getesteten Kühe bei mindestens einem Test Werte von 1,2–2,9 mmol BHB/l fest.

Einige Studien zeigten ein geringeres Auftreten von Ketose in ökologischen Herden im Vergleich zu konventionellen (Hardeng und Edge 2001, Bennedsgaard et al. 2003, Valle et al. 2007). Die unterschiedlich angegebenen Keto-seprävalenzen ökologischer Milchviehbetriebe sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Ketoseprävalenzen in ökologischen Milchviehbetrieben weltweit

Land	Anzahl Betriebe	Prävalenz	Rasse	305-Milchleistung (kg)	Quelle
CA	18	2,9 % (Ketose und Milchfieber)	Holstein (89 % der Kühe)	8.069	(Rozzi et al. 2007)
DE	106	1,2 – 1,7 % (0 – 31 %) Ketose-Inzidenz (Behandlung-)	HF (51 Betriebe) FV (25 Betriebe) BV (15 Betriebe) gemischt (15 Betriebe)	6.224	(Brinkmann 2011)
NZ*	57	SCK: 14,3 % (0 – 60,0 %) 7–12 Tagen p.p. CK: 2,6 % (0 – 24,4 %) 35–40 Tage p.p.	n. a.	n. a.	(Compton et al. 2014)
DE	60	11,35 % (3,3 – 45 %)	n. a.	6.588 ECM	(Krieger et al. 2017)
FR	54	10,2 % (2,2 – 36,8 %)	n. a.	6.377,5 ECM	(Krieger et al. 2017)
ES	23	6,2 % (0 – 18,2 %)	n. a.	5.742 ECM	(Krieger et al. 2017)
SE	55	9 % (2,4 – 24,4 %)	n. a.	8.979 ECM	(Krieger et al. 2017)

SCK = subklinische Ketose, CK=klinische Ketose; CA = Canada; DE = Deutschland; NZ = Neuseeland; NL = Niederlande; FR = Frankreich; ES = Spanien; SE = Schweden *Weidehaltung; HF = Holstein-Friesian; FV = Fleckvieh; BV = Braunvieh; n. a. = nicht angegeben; ECM = Energie-korrigierte Milch

Generell tritt Ketose gehäuft in den ersten zwei Laktationsmonaten auf (Andersson und Emanuelson 1985), die höchste Prävalenz lässt sich jedoch im ersten Monat nach der Abkalbung feststellen (Dohoo und Martin 1984, McArt et al. 2012).

Jungkühe erkranken meist innerhalb der ersten 15 Laktationstage an Ketose, bei Mehrlaktierenden häuft sich die Ketoseprävalenz um den 25. Tag der Laktation (Gantner et al. 2016), wobei McArt et al. (2012) das gehäufte erstmalige positiv-Testen auf subklinische Ketose (1,2–2,9 mmol/L) um den 5. Tag in Milch feststellen konnten.

Besonders für ökologische hochleistende Betriebe stellt sich die Hürde, ausreichend Energie mit der extensiven Fütterung bereitzustellen. Untersuchungen zeigten, dass bei ökologischen Betrieben bereits bis zu 5.800 kg Milch (Steinwigger et al. 2014) bzw. über 6.400 kg Milch (Eilers et al. 2017) aus dem Grundfutter erzeugt werden können. Eine erstrebte Milchmenge jenseits dieses Leistungsniveaus ist jedoch nur mit Energie aus zusätzlichem Kraftfutter zu erreichen (Kiefer 2014), um eine negative Energiebilanz und somit subklinische und klinische Ketosen zu vermeiden.

2.4.3.2 Subakute Pansenazidose (SARA)

Subakute Pansenazidose (Subacute rumen acidosis, SARA) ist eine Stoffwechselstörung bei Wiederkäuern, bei der der pH-Wert des Pansens mehrere Stunden pro Tag mäßig gesenkt wird. Gegenwärtige Definitionen von SARA basieren auf dem Pansen-pH, der durch verschiedene Methoden bestimmt wird (Kleen et al. 2003, Oetzel 2003, Plaizier et al. 2008). Die Grenzwerte für eine subakute Pansenazidose unterscheiden sich je nach Literatur: pH 5,2–5,6 für mindestens 3 Std/Tag (Gozho et al. 2005), pH < 5,6 ohne zeitliche Einschränkung (Cooper et al. 1999) und pH < 5,8 (Beauchemin et al. 2003). Da in den letzten Jahrzehnten die Produktivität der Milchkühe stark zugenommen hat und somit die Energiezufuhr gesichert sein muss, hat sich die Nährstoffdichte der Rationen, und schlussfolgernd daraus, auch das Risiko einer subakuten Pansenazidose erhöht (Krause und Oetzel 2006).

Als konsistentes Zeichen und sensitiver Indikator für SARA wird häufig eine Abnahme der Trockenmasseaufnahme dargestellt (Stock 2000) und dies als klinisches Zeichen zur Diagnose von SARA verwendet (Kleen et al. 2003, Oetzel 2003).

Weitere Symptome und mögliche Folgen können der verringerte Milchfettgehalt (Kleen et al. 2003, Xu et al. 2016), eine Abnahme der Körperkondition (Nordlund et al. 1995, Oetzel 2000) und eine erhöhte Abgangsrate sein.

2.4.4 Weitere Einflüsse auf die Stoffwechselgesundheit

Entscheidende Faktoren, die sich auf die Stoffwechselgesundheit auswirken, werden je nach Literatur unterschiedlich rangiert. Generell wird jedoch die Priorität der leistungsgerechten Fütterung, um eine negative Energiebilanz zu vermeiden, beschrieben. Kritisch sind dabei v. a. die Trockenstehphase, sowie die Frühlaktation, der Weideeinfluss, das Laktationsstadium, das Alter und die Anzahl der Laktationen. Diese Faktoren werden im Folgenden erläutert.

2.4.4.1 Einfluss Weidehaltung

Eine gesicherte und nachvollziehbare Datenerhebung zum Anteil weidender Kühe in Deutschland liegt nicht vor. Im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 hat das statistische Bundesamt erstmals Daten zur Weidehaltung erhoben, jedoch wurden weder die Minstdauer der Weide im Jahresverlauf noch die einzelnen Tiergruppen (z. B. Trockensteher) betrachtet. So kam diese Studie zu dem überraschend hohen Ergebnis, dass 42 % der deutschen Milchkühe Weidegang hätten. In Baden-Württemberg lag der Anteil bei gut 28 % und in Bayern bei 16 % (Statistisches Bundesamt 2011). Laut Landwirtschaftszählung 2020 hatten im Jahr 2019 deutschlandweit knapp 31 %, in Baden-Württemberg knapp 30 % und in Bayern rund 18 % der Milchkühe Zugang zu Weideland (Statistisches Bundesamt 2021).

In der VO (EU) Nr. 2018/848 (2018) ist festgelegt, dass Tiere in der ökologischen Landwirtschaft Zugang zu Weideland haben müssen, wann immer die Umstände dies gestatten. Demensprechend besteht bei vielen Öko-Betrieben die Sommerfütterung aus über 60 % Weidefütterung (Leisen 2014). Eilers et al. (2017) beschrieben beim Grünland ökologischer Betriebe einen Weideanteil der Fläche von 53 %.

Die Weidefütterung und -haltung limitiert jedoch die Energieaufnahme (Mayne und Peyraud 1996, Steinwigger und Starz 2006). Beschränkt wird die Futter- und somit die Energieaufnahme durch die täglich limitierte Bissfrequenz, die mögliche Futtermenge pro Bissen, als auch die täglich zur Verfügung stehende Fresszeit.

Somit muss bei Weidehaltung und steigender Einzeltierleistung von einer stärkeren Stoffwechselbelastung ausgegangen werden (Steinwigger und Starz 2006). Macrae et al. (2019) konnten ein gehäuftes Vorkommen der negativen Energiebilanz (NEB) während der Monate April bis Oktober, also während der Weidesaison, feststellen und sowohl in der Trockenstehphase, als auch zu Beginn der Laktation signifikant gestiegene BHB-Werte verzeichnen.

Die Ergebnisse von Roche et al. (2006) zeigten auf, dass ein Großteil der zusätzlichen Milch, welche Kühe in Weidesystemen produzieren, aus Körpergewebe stammte. Dies führte zu einer größeren NEB in der frühen Laktation.

Dohme-Meier et al. (2014) stellten fest, dass eine geringere Futteraufnahme bei gleichbleibender Milchproduktion darauf hinweisen kann, dass weidende Kühe Körperreserven mobilisieren um den zusätzlichen Energiebedarf zu decken, welcher aber teilweise auch durch die erhöhte Aktivität verursacht wurde. Auch Horn et al. (2013b) kamen zu dem Schluss, dass die Entwicklung des Lebendgewichts darauf hindeutet, dass in Systemen auf Weidebasis die höhere Milchleistung von Hochleistungs-Genotypen aus dem Körpergewebe stammt. Dies führt zu einem ausgeprägten und länger anhaltenden negativen Energiehaushalt zu Beginn der Laktation, im Vergleich zu angepassten Genotypen (Horn et al. 2013b). Auch Brade und Brade (2015) halten somit leistungsgerechte Krafftuttermengen zu Beginn der Laktation für essentiell.

Neben dem Einfluss der Weidehaltung vertreten Brade et al. (2008) und Martens (2012) die Meinung, dass das Management hinsichtlich Kuhkomfort ebenfalls einen Einfluss auf die Gesundheit der Tiere hat. Auch Staufenbiel et al. (2003) sahen die Möglichkeit durch ein leistungsstarkes Management eine mit steigender Milchleistung tendenziell einhergehende Fruchtbarkeitsdepression zu vermeiden.

2.4.4.2 Einfluss Laktationsstadium

Bekannt ist, dass das höchste Vorkommen einer subklinischen Ketose innerhalb der ersten drei Wochen der Laktation zu verzeichnen ist (Oetzel 2004, Duffield et al. 2009). McArt et al. (2012) beschrieben, dass die maximale Inzidenz einer subklinischen Ketose um den 5. Tag der Laktation auftritt (28,9 %). Auch Suthar et al. (2013) konnten in zehn europäischen Ländern die höchste Prävalenz für eine subklinische Ketose zwischen dem Laktationstag zwei und 15 nachweisen. Zusätzlich war ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten BHB-Konzentration und einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Metritis, klinischen Ketose, Lahmheit und einer Labmagenverlagerung zu sehen.

2.4.5 Wirtschaftliche Bedeutung Stoffwechsel

Nur wenn der Energiebedarf einer Milchkuh gedeckt ist kann eine nachhaltige und wirtschaftlich produktive Milchproduktion gewährleistet werden. Problematische Folgen von einer negativen Energiebilanz sind wie bereits beschrieben eine verminderte Fruchtbarkeit sowie Stoffwechselprobleme v. a. während der Früh-laktation.

Chapinal et al. (2011) konnten einen Zusammenhang zwischen Blutserumkonzentrationen von BHB $\geq 1,4$ bzw. $\geq 1,2$ mmol/L während der ersten bzw. zweiten Woche nach der Abkalbung mit einem Milchleistungsverlust von 1,5–2,4 kg Milch feststellen. Hoebe et al. (1999) und Suriyasathaporn et al. (2000) zeigten in ihren Studien, dass eine schwere negative Energiebilanz ein wahrscheinlicher Risikofaktor für postpartale Infektionskrankheiten wie Metritis und Mastitis sein kann. Somit ist es von wirtschaftlicher Sinnhaftigkeit in den ersten zwei Wochen der Laktation auf subklinische Ketose zu testen, um ggf. frühzeitig reagieren zu können und das Management langfristig anzupassen (Geishauser et al. 1998, Iwersen et al. 2009, LeBlanc 2010).

2.5 Einflussfaktoren auf die Fruchtbarkeit

Neben Leistungsparametern werden Fruchtbarkeitsparameter als Indikatoren zur Bewertung der Herdenfruchtbarkeit und der Reproduktionsleistung betrachtet (Mansfeld und Heuwieser 2003). Eine schlechte Fruchtbarkeit wirkt sich auf den wirtschaftlichen Erfolg von Milchviehbetrieben aus und sollte demnach entsprechende Beachtung bekommen (Groenendaal et al. 2004, Østergaard et al. 2005, Inchaisri et al. 2010, Galvão et al. 2013, Rutten et al. 2014). Die Einstufung der Brisanz dieser Faktoren unterscheidet sich nach der Bewirtschaftung (konventionell und ökologisch). Gerade für weidebasierte Systeme mit saisonaler Abkalbung ist eine gute Fruchtbarkeit der Kühe unerlässlich. Nur bei richtigem Management ist bei verringerten Kraftfuttermengen bei ökologischen weidebasierten Systemen keine Verschlechterung der Fruchtbarkeit zu erwarten (Delaby et al. 2009, Horn et al. 2014). Die Konditionsentwicklung der Kühe hat ebenfalls einen Einfluss auf die Fruchtbarkeit. Bei guter Konditionsentwicklung lassen sich hohe Milchleistungen und gute Fruchtbarkeitsergebnisse erreichen (Römer 2011).

Um die Fruchtbarkeit zu bewerten, werden häufig Parameter wie z. B. Zwischenkalbezeit (ZKZ), Rastzeit (RZ) und Güstzeit (GZ)/Zwischentragezeit (ZTZ) betrachtet. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Fruchtbarkeitsparameter, sowie die verfügbaren Daten aus den Jahresberichten des LKV Bayerns aufgelistet.

Tabelle 2: Übersicht der bayerischen Fruchtbarkeitskennzahlen aller bayerischen LKV-Betriebe der Jahre 2013–2020 (LKV Bayern 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)

Merkmal		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abgangsalter	Jahre	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7
EKA	Mo-nate	29	29	29	29	29	29	29	29
ZKZ	Tage	393	393	397	396	397	396	397	398
NRR 90 Färsen	%	67	67	66	67	66	66	66	66
NRR 90 Kühe	%	55	54	54	55	54	55	55	55
Abgang durch Unfruchtbarkeit	%	25,0	25,0	23,4	23,1	23,2	22,2	22,5	21,9

EKA = Erstkalbealter; ZKZ = Zwischenkalbezeit; NRR 90 = Non-Return-Rate 90

2.5.1 Erstkalbealter

Neben den bereits beschriebenen Fruchtbarkeitskennzahlen ist ein weiterer entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit das Erstkalbealter (EKA) der Kühe.

Krpáľková et al. (2014) fanden auf einem konventionellen Betrieb heraus, dass Erstkalbende mit einem EKA von 25–26,6 Monate im Vergleich mit $\geq 26,7$ Monaten und < 25 Monaten die kürzeste GZ und die kürzeste ZKZ in den folgenden Laktationen hatten. Dafür stieg die Nutzungsdauer bei Kühen mit einem EKA von $> 26,7$ Monaten signifikant an. Ein ähnliches Ergebnis findet sich bei Wangler et al. (2009). Hier wiesen Kühe mit einem EKA von 26,8 Monaten eine Lebenstagsleistung von über 15 kg Milch/Tag auf. Erstlaktierende mit einem zu geringen EKA [< 24 Monate (Mohd Nor et al. 2013) bzw. < 23 Monate (Curran et al. 2013)] produzierten weniger Milch in der ersten Laktation als Erstkalbende mit einem höheren EKA. Das EKA in ökologischen Betrieben lag laut verschiedener Studien mit 27 Monaten (Nauta et al. 2006), 31,4 Monate (Wangler et al. 2009), 30,8 Monate bis 32,1 Monate (Sprengel 2009) und 31 Monate (Blank et al. 2013) deutlich über den genannten konventionellen EKAs.

2.5.2 Fruchtbarkeitsparameter

2.5.2.1 Non-Return-Rate 90

Bei der Non-Return-Rate (NRR) wird zwischen Non-Return-Rate 56 und der Non-Return-Rate 90 unterschieden. Dabei gibt die NRR den prozentualen Anteil der Kühe an, die nach 56 Tagen bzw. 90 Tagen nach der Erstbesamung kein weiteres Mal besamt werden mussten (Zube und Franke 2007). Empfehlungen, um die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung zu gewährleisten, liegen bei Kühen bei über 65 %, bei Färsen bei über 75 % (Kreher und Stamnitz 2010).

Die tatsächlichen Raten lagen in der Vergangenheit in Bayern und Deutschland weit unter den Zielwerten (vgl. Tabelle 2). Eine Verschlechterung der Non-Return-Rate ist ein deutliches Zeichen für bestehende Fruchtbarkeitsmängel bzw. einem unzureichendem Fruchtbarkeitsmanagement (Zube und Franke 2007).

2.5.2.2 Rastzeit

Die Rastzeit wird definiert als Zeit zwischen der Abkalbung und der ersten Besamung. Der optimale Bereich der Rastzeit mit den besten Besamungsergebnissen liegt zwischen 60 und 100 Tagen p.p. (Jahnke 2002). Besamungen im Zeitraum 41–60 Tage p.p. erzielen ungünstigere Ergebnisse, Besamungen vor dem 40. Tag p.p. sollten vermieden werden. Jahnke (2002) stellte einen klaren Zusammenhang zwischen der Dauer der Rastzeit und des Erstbesamungserfolges fest. So lag nach Jahnke (2002) der Besamungserfolg bei einer Rastzeit von bis 40 Tagen bei 1,96 und bei 40–60 Tagen bei 1,99. Dagegen sank der Besamungsindex ab 61 Tagen auf 1,82 bis 1,84.

Referenzwerte in ökologischen Betrieben in Deutschland werden unterschiedlich angegeben: 78 Tage (Wiedenhöft 2005), 78–83 Tage (Sprengel 2009) und 70,4–76,9 Tage (LKV Bayern 2018). Fölsche (2012) gibt an, dass die Leistung keinen signifikanten Einfluss auf die Rastzeit hatte. Jedoch kann bei einer höheren Milchleistung eine Verlängerung der Rastzeit sinnvoll sein, um einer Verschlechterung der Besamungsergebnisse entgegen zu wirken (Fölsche und Staufenberg 2014).

Es ist zu beobachten, dass bei steigender Milchleistung die Kühe früher nach der Trächtigkeit besamt werden und sich somit die Rastzeit verkürzt. Laut den Daten des LKV Bayern (2018) war ab einer durchschnittlichen Leistung von 7.000 kg Milch eine kürzere Rastzeit festzustellen, als bei einer durchschnittlichen Leistung von bis zu 6.999 kg Milch.

2.5.2.3 Güstzeit, Zwischentragezeit

Die Güstzeit (GZ) oder auch Zwischentragezeit (ZTZ) wird als Zeitspanne zwischen der Abkalbung und dem ersten Trächtigkeitstag angegeben (Berchtold 1982). Die Güstzeit setzt sich aus Rastzeit und Verzögerungszeit zusammen und beeinflusst die ZKZ wesentlich. Dabei beschreibt die Verzögerungszeit die Zeit zwischen der Erstbesamung und der Besamung, welche zur Trächtigkeit führt (Köck et al. 2010). Eine kürzere Güstzeit hat laut Haile-Mariam et al. (2003) eine höhere Trächtigkeitsrate, kürzere ZKZ und höhere Non-Return-Raten zur Folge. Auch kann durch eine verkürzte Güstzeit die Wirtschaftlichkeit von Milchviehbetrieben gesteigert werden (Müller 2000). Die Güstzeit sollte bei 75 % der Herde bei unter 115 Tagen liegen (Mansfeld et al. 1999) bzw. ein Herdenmittel von 90 Tagen nicht überschreiten (Weaver 1986).

2.5.2.4 Zwischenkalbezeit

Die Zwischenkalbezeit (ZKZ) beschreibt die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Kalbungen (Berchtold 1982). Die ZKZ ist das Ergebnis einer Reihe an beeinflussbaren Ereignissen: Wiedereinsetzen des postpartalen ovariellen Zyklus, Brunsterkennung durch die Landwirte, zeitliche Entscheidung zur ersten Besamung nach dem Abkalben und dem Trächtigkeitserhalt. So kann die Herdenfruchtbarkeit von folgenden Faktoren negativ beeinflusst werden, was sich u. a. in einer verlängerten ZKZ zeigt: verlängerte postpartale Anovulation, verlängerte Interovulationsintervalle, Nichterkennung des Östrus, Konzeptionsversagen und Abort (Garnsworthy et al. 2008).

Ein Kalbeintervall von 12 Monaten wird üblicherweise als ökonomisch sinnvoll erachtet. Harms et al. (2018) empfehlen aus ökonomischer Sicht bei einer 305-Tage-Leistung von unter 9.000 kg Milch eine Einhaltung der 12 Monate.

Mansfeld et al. (1999) beschrieb hingegen den Referenzwert von 385 Tagen. Eine starre Einhaltung der 12 Monate ist besonders auf Vollweidebetrieben mit saisonaler Abkalbung von Nöten (Kohler et al. 2004, Stocker 2005, Kohnen et al. 2009).

Infolge des Anstiegs der Milchleistung in den letzten Jahrzehnten und der damit verbunden zurückgegangenen Fruchtbarkeit ist ein Abkalbeintervall von 12 Monaten kaum noch zu erreichen (Lucy 2001, Pryce et al. 2004, Pfister et al. 2011). Eine nach Managemententscheidung verlängerte ZKZ ist demnach nicht unbedingt als negativ zu bewerten, sondern lässt tendenziell eine höhere Lebensleistungen erwarten (Wangler et al. 2009, Harms et al. 2018) und die Produktivität steigern (Mogensen et al. 2007). Trotz meist geringer Milchleistung unter 7.000 kg Milch (Volling et al. 2011, Blank et al. 2013, Schulz et al. 2013) ist die ZKZ in ökologischen Betrieben oft länger als die ökonomisch sinnvollen 365 Tage [(Blank et al. (2013): 409 Tage; LKV Bayern (2018): 397 Tage; Leisen et al. (2013): 393 Tage]. Dies kann laut Reksen et al. (1999) auf eine schlechtere Fruchtbarkeit durch ein niedrigeres Energieniveau im Futter zurückgeführt werden. Die Aussagekraft der Zwischenkalbezeit wird vermehrt in Frage gestellt, da diese stark u. a. von der Gesundheit der Tiere (Hultgren et al. 2004, Wiedenhöft 2005), der Laktationsnummer der Kuh (Plasse et al. 1965) und der Milchleistung (Staufenbiel et al. 2003, Steinwider und Starz 2006, Oltenacu und Broom 2010) abhängig ist.

2.5.3 Wirtschaftliche Bedeutung der Fruchtbarkeit

Eine profitable Milchproduktion setzt ein sorgfältiges, effizientes und kostengünstiges Management der Milchviehherde voraus. Eine schlechte Fruchtbarkeit stellt dabei in der modernen Hochleistungsmilchwirtschaft einen limitierenden Faktor dar (Opsomer et al. 1996, Gröhn und Rajala-Schultz 2000). Mehrkosten ergeben sich u. a. aus wiederholten Besamungen und Untersuchungen, einer z. T. deutlich verringerten Milchleistung und einer sinkenden Nutzungsdauer (Lotthammer und Wittkowski 1994). Je nach Literatur belaufen sich die Kosten für eine verlängerte Zwischentragezeit über 85 Tage hinaus auf 2,50–4 €/ Tag bzw. 50–95 € pro Brunstzyklus (Mahlkow-Nerge et al. 2005, Janowitz 2009). Ebenso wird eine Verlängerung der ZKZ von 365 auf 425 Tage mit einer verringerten durchschnittlichen täglichen Milchmenge von 0,33–0,66 kg Milch verbunden (Jahnke 2002).

Jedoch sollte der Zeitpunkt der Besamung leistungsgerecht gewählt werden. Nach Jahnke (2002) ist der Besamungserfolg bei Rastzeiten von 60 bis 80 Tagen am günstigsten. Jedoch sollte die Zwischenkalbezeit bei Kühen mit einer Milchleistung von unter 7.700 kg 405 Tage (Zwischentragezeit von 105–125 Tagen) nicht überschreiten, da jeder Tag darüber hinaus mit einem niedrigeren Reinertrag zu berechnen ist (Jahnke 2002) und die möglicherweise eingesparten Besamungskosten durch potentielle Nachteile der verlängerten ZKZ nicht ausgeglichen werden können.

Neben den täglichen Kosten sind Fruchtbarkeitsstörungen und Sterilität die Hauptgründe für Kuhabgänge. Der prozentuale Anteil der Abgangsursache Unfruchtbarkeit lag bei den bayerischen LKV-Betrieben in den Jahren 2011–2018 zwischen 25,1 % (2014) und 22,2 % (2018) (LKV Bayern 2018). Deutschlandweite Zahlen beliefen sich auf rund 20 % [20,8 % (ADR 2006); 19,9 % (ADR 2007)].

3 Methodenbeschreibung

3.1 Methodisches Konzept der Arbeit

Ziel der Studie war es, mittels standardisiert erhobener Parameter aus der Milchleistungsprüfung (MLP) des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV) Milchleistungsparameter und Parameter zur Stoffwechselgesundheit bayerischer ökologischer und konventioneller Milchkühe zu erfassen und zu bewerten. Zudem sollten die Daten Aufschluss auf die aktuelle Tierwohlsituation geben, um eine mögliche Handlungsempfehlung für Tierärzte und Landwirte ableiten zu können. Um diese umfangreiche Datengrundlage zu generieren, diente eine Datenerhebung auf Betriebsebene.

Von allen Betrieben (ökologisch und konventionell) lagen Daten zur Milchleistungsprüfung der Jahre 2015–2017 sowie die einmal jährlich erfassten Stichtagsdaten der Jahre 2015–2017 vor.

Zusätzlich wurden bei den ökologischen Betrieben Daten auf Einzeltierebene generiert. Hierfür wurde eine Untersuchung in drei Ebenen durchgeführt

1. Fragebogen vorab versandt
2. Betriebsbesuche mit Bestandsbogen
3. Datenauswertung der LKV-Daten der Jahre 2015-2017

Diese vielschichtige Datenerhebung erlaubt abschließend mit dem Abgleich der Ergebnisse eine Plausibilitätsbewertung (Deger 2016).

Für die vorliegende Auswertung wurden nur die Daten des LKV ausgewertet. Diese wurden codiert und anonymisiert. Die Daten des Fragebogens und des Bestandserhebungsbogens der ökologischen Betriebe wurden in einer weiteren Dissertation „Einfluss unterschiedlicher ökologischer Haltungssysteme auf wesentliche Tierwohl- und Leistungsparameter bei Milchkühen in Naturlandbetrieben in Bayern“ (Göttl 2022, in Vorbereitung) genauer betrachtet. Daten zur Kälbergesundheit wurden im Rahmen einer Masterarbeit „Handlungsempfehlung zur Kälberhaltung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben“ (Heine 2018) ausgewertet.

3.2 LKV Datenauswertung

3.2.1 Auswahl der Betriebe

Es wurden verschiedene ökologische Haltungssysteme Anbindehaltung mit Weide (AH+W), Laufstall mit Weide (LS+W) und Laufstall mit Auslauf (LS+A) miteinander verglichen. Dem gegenüber wurde eine konventionelle Vergleichsgruppe Laufstall mit Auslauf (Konv) ausgewertet.

Der Kontakt zu den ökologischen-Betrieben wurde über den Verband Natur-land hergestellt. Die finale Auswahl der Betriebe erfolgte nach telefonischer Abfrage der geforderten Kriterien.

Diese waren für die ökologischen Betriebe:

- Ökologische Bewirtschaftungsweise seit mindestens fünf Jahren (exklusive des Umstellungszeitraums)
- Lage des Betriebes im bayerischen Alpenvorland
- Kombinationshaltung (Anbindehaltung mit Weide), Laufstallhaltung mit Weide oder Laufstallhaltung mit Auslauf
- Mindestkuhzahl von zehn Kühen im gleitenden Jahresmittel bei Kombinationshaltung
- Mindestkuhzahl von 20 Kühen im gleitenden Jahresmittel bei Laufstallhaltung
- Mindestherdenleistung von 5.000 kg Milch/Kuh und Jahr im Zeitraum 2015–2017
- Erfassung der Milchleistung im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern e. V.
- Einverständniserklärung für die Einsicht in die LKV-Daten

Insgesamt kam es nach Prüfung der Betriebe zu folgender Verteilung: Anbindehaltung mit Weide (AH+W, n = 31), Laufstall mit Weide (LS+W, n = 18) und Laufstall mit Auslauf (LS+A, n = 7).

Die Kriterien der konventionellen Betriebe waren folgende:

- Betriebsstandort im bayerischen Alpenvorland, vergleichbar mit den Standorten der ökologischen Projektbetriebe
- Konventionelle Bewirtschaftungsweise
- Laufstallhaltung mit Auslauf
- Mindestkuhzahl von 20 Kühen im gleitenden Jahresmittel
- Mindestherdenleistung von 5.000 kg Milch/Kuh und Jahr
- Erfassung der Milchleistung im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern e. V.
- Einverständniserklärung für die Einsicht in die LKV-Daten

Insgesamt wurden 17 konventionelle Betriebe Laufstall mit Auslauf (Konv) in die Auswertung mit einbezogen.

Die mittlere Herdengröße lag über die Jahre 2015–2017 in AH+W bei 21,5 Kühen, in LS+W bei 51,8 Kühen, in LS+A bei 55,2 Kühen und in Konv bei 55,2 Kühen. Eine Verteilung der Rassen aller Haltungssysteme ist in Tabelle 3 zu sehen.

Tabelle 3: Verteilung der Rassen innerhalb der einzelnen Haltungssysteme bei ausgewählten bayerischen ökologischen Milchviehbetrieben im Verband Naturland und bayerischen konventionellen Milchviehbetrieben; LKV-Daten der Jahre 2015–2017

Haltungs- system \ Rassen	FV	n _{FV}	BV	n _{BV}	SB	n _{SB}	RB	n _{RB}	ohne	n _{ohne}
AH+W	78,5%	901	16,0%	184	1,2%	14	0,6%	7	3,7%	42
LS+W	69,8%	1.100	22,5%	355	5,6%	88	0,5%	8	1,5%	24
LS+A	96,9%	666	0,3%	2	0,6%	4	2,0%	14	0,1%	1
Konv	88,9%	1.626	0,3%	5	9,1%	166	1,3%	23	0,5%	9

FV=Fleckvieh; BV=Braunvieh; SB=Schwarzbunte; RB=Rotbunte; ohne=ohne Rasseangabe

3.2.2 Ausgewählte Parameter

Für die Auswertung wurde der Zeitraum 2015–2017 gewählt, da so mögliche Schwankungen in einem Jahr ausgeglichen werden können und die Betriebsbesuche auf den ökologischen Betrieben vor allem im Jahr 2017 stattgefunden haben. Die mindestens fünfjährige biologische Bewirtschaftung exklusive des Umstellungszeitraumes begründet sich in der Tatsache, dass die ökologische Bewirtschaftung mit den neuen Herausforderungen und des produktionstechnischen Knowhows einiger Zeit bedarf (Hadatsch et al. 2000). Es wurden die monatlichen Milchleistungsprüfungsdaten und die jährlichen Stichtagsdaten ausgewertet. Die monatlichen Daten stellen die genaue Leistung der jeweiligen Kühe an 11 Prüfterminen im Jahr im monatlichen Abstand dar. Die Stichtagsdaten stellen die betriebsindividuellen jährlichen durchschnittlichen Leistungskennzahlen einer Milchviehherde dar. Hierzu werden u. a. Parameter zu Herdengröße, Milchleistung und Milchinhaltsstoffen sowie Parameter zum Fortpflanzungsgeschehen vom LKV betriebsindividuell über ein komplettes Jahr (Oktober des vergangenen Jahres bis September des aktuellen Jahres) erfasst und gemittelt.

Folgende Parameter wurden ausgewertet:

Parameter im Komplex Fruchtbarkeit und Fortpflanzung

Für die Daten zur Fruchtbarkeit und zur Fortpflanzung wurden die Stichtagsdaten der Jahre 2015–2017 ausgewertet:

- Mittleres Erstkalbealter (EKA, Monate)
- Mittlere Non-Return-Rate 90 (NRR 90, %)
- Mittlere Rastzeit (RZ, Tage)
- Mittlere Zwischenkalbezeit (ZKZ, Tage)

Milchleistung

Aus dem Datensatz der Stichtagsdaten wurden folgende Parameter ausgewertet:

- Mittlere 305-Tage-Milchleistung (kg)
- Mittlerer Milchfettgehalt (%)
- Mittlerer Milcheiweißgehalt (%)

Zudem wurden aus den monatlichen Milchleistungsprüfungen folgende Parameter der Erstlaktierenden ausgewertet:

- Mittlere 100-Tage-Leistung Milch (kg)
- Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett (kg)

Stoffwechselfparameter

Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

Der FEQ aller untersuchten Kühe wurde zwischen den Haltungssystemen verglichen. Zudem wurden Zusammenhänge zwischen FEQ und Anzahl der Laktationen und FEQ und Abstand zur Kalbung, also im Verlauf der Laktation untersucht.

Ketosegefährdete Erstlaktierende

Da Erstlaktierende ein besonderes Risiko aufweisen, an Ketose zu erkranken (Grummer et al. 2004), wurden die Erstlaktierenden im Speziellen betrachtet. Um mögliche Energiedefizite bzw. eine Abweichung in eine ketotische Stoffwechselsituation zu erkennen, wurden Milcheiweiß (E) und Milchfett (F) nach Glatz-Hoppe et al. (2019a) betrachtet. Hierbei wurde die Definition der oberen und unteren Grenzen des Normalbereiches von Milchfett ($F_{\min}$ und $F_{\max}$) und Milcheiweiß ($E_{\min}$ und $E_{\max}$) übernommen (s. Tabelle 4) und ketosegefährdete Kühe mit $FEQ > FEQ_{\text{Grenz}}$ und $E < E_{\min}$ beziehungsweise $FEQ > FEQ_{\text{Grenz}}$ und $F > F_{\max}$ definiert (Glatz-Hoppe et al. 2020). Dabei ist FEQ_{Grenz} mit 1,4 festgelegt. Daten der Rasse Jersey (ökologisch: drei Kühe; konventionell: 1 Kuh) wurden für die Berechnungen ausgeschlossen.

Tabelle 4: Berechnung der unteren und oberen Grenzen des Normalbereichs für Milcheiweiß ($E_{\max}$ und $E_{\min}$) und Milchfett ($F_{\max}$ und $F_{\min}$) Glatz-Hoppe et al. (2019a)¹

$E_{\min}$	$= (4,11 - 0,023 * \text{kg Milch/Tag}) (1 - 0,35/3,51)$
$E_{\max}$	$= (4,11 - 0,023 * \text{kg Milch/Tag}) (1 + 0,35/3,51)$
$F_{\min}$	$= (5,06 - 0,033 * \text{kg Milch/Tag}) (1 - 0,68/4,20)$
$F_{\max}$	$= (5,06 - 0,033 * \text{kg Milch/Tag}) (1 + 0,68/4,20)$
¹ Geltend für die Rassen: Deutsche Holstein-Schwarzbunt, Deutsche Holstein-Rotbunt, Braunvieh, Rotvieh alter Angler Zuchtrichtung, Rotbuntes Niederungsgrind, Deutsches Schwarzbuntes Niederungsgrind, Fleckvieh, Vorderwälder, Braunvieh alter Zuchtrichtung, Montbéliard, Sonstige Rassen, Kreuzung Fleischrind x Milchrind, Kreuzung Milchrind x Milchrind	

3.3 Datenverarbeitung

Die MLP-Daten wurden nach Empfehlung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. (ADR) um unwahrscheinliche Milchmengen (< 2 und > 99 kg Milch) bereinigt (ADR 2001). Angelehnt an Glatz-Hoppe et al. (2019b) wurden Laktationstage von < 5 und > 999 ebenfalls ausgeschlossen. Laktationstage (LT) wurden wie folgt zusammengefasst: 6–30 Tage = 1. Laktationsabschnitt (LA); 31–60 Tage = 2. LA; 61–100 Tage = 3. LA; 101–200 Tage = 4. LA; 201–300 Tage = 5. LA; > 300 Tage = 6. LA. Kühe mit vier bzw. mehr als vier Laktationen wurden als Gruppe „Laktation 4+“ zusammengefasst. Es wurden nur MLP-Datensätze mit vollständigen Angaben zu Milchmenge (kg), Milchfett (%) und Milcheiweiß (%) mit einbezogen. Nach der Bereinigung standen bei den ökologischen Betrieben Datensätze von 56 Betrieben, 3.410 Kühen und 54.726 Milchleistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung des LKV für die Analyse zur Verfügung. Für die konventionellen Betriebe standen Datensätze aus 17 Betrieben, 1.829 Kühen und 26.374 Milchleistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung des LKV zur Verfügung. Aufgrund der Bereinigung der Datensätze kam es bei der Betrachtung des Verlaufs der Laktation zu unterschiedlichen Stichprobenzahlen je LA.

3.4 Statistische Auswertung

Die monatlichen Daten der Milchleistungsprüfung der Jahre 2015–2017 sowie der Jahres-Stichtagsdaten der Jahre 2015–2017 des LKV lagen in Excel vor. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm IBM®SPSS (Version 24 für Microsoft Windows; IBM) aufbereitet und ausgewertet und z. T. grafisch mittels Box-und-Whisker-Plots dargestellt. Box-und-Whisker-Plots stellen die Verteilung der Daten mit Median und Quartilen, sowie den Minima und Maxima dar (Bortz und Schuster 2016). Bei den grafisch dargestellten Auswertungen dienen die Buchstaben „a“, „b“, „c“, „d“ der Visualisierung der statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Sollten sich die Daten tendenziell unterscheiden ($0,01 > p > 0,05$) wurde dies mit „*“ an den entsprechenden Stellen gekennzeichnet.

Die Stichtagsdaten wurden mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung getestet. Bei Normalverteilung wurden Unterschiede dieser Parameter zwischen den Haltungssystemen mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung getestet. Anschließend wurden Bonferroni-korrigierte paarweise Vergleiche zwischen den Jahren durchgeführt. Waren die Daten nicht normalverteilt, wurde der Einfluss des Haltungssystems mittels Friedman-Test geprüft. Bei Signifikanz wurde ebenfalls ein Post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Das Signifikanzniveau (α) wurde auf 5 % ($p < 0,05$) festgelegt. Alle Daten mit einer Wiederholung von einzeltier- bzw. betriebsabhängigen Daten wurden in einem multivariablen Modell mittels eines generalisierten linearen Modells mit Subjektwiederholung getestet, wobei die Daten der Tiere pro Jahr als Wiederholung einfließen (erfasst durch die Lebendohrmarke, LOM). Ebenso floss der Betrieb als Subjektwiederholung in die Berechnung ein, auch, um das jeweilige Betriebsniveau einzubeziehen.

4 Publierte Ergebnisse

Paula Heine¹, Eva Zeiler², Carola Sauter-Louis³, Michael Erhard¹, Mona Göttl¹, Martin Kammer⁴, Stefan Scholz⁵, Felix Versen², Carsten Hümmer², Elke Rauch¹

¹Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde Tierhygiene und Tierhaltung

²Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

³Institut für Epidemiologie (IfE), Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)

⁴Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.

⁵Naturland Bayern

Analyse der Auswirkung unterschiedlicher ökologischer Milchviehhaltungssysteme in Bayern auf standardisiert erhobene Werte zu Milchleistung, Fortpflanzungsgeschehen und Stoffwechselgesundheit

Analysis of the effect of different organic dairy farming systems in Bavaria on standardized values of milk yield, fertility and metabolic health

Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift (134) 1–14 (2021)

DOI 10.2376/1439-0299-2020-41

Angenommen 04.08.2021

Veröffentlicht am 07.09.2021

Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr (134)
1–14 (2021)
DOI 10.2376/1439-0299-2020-41

© 2021 Schlütersche Fachmedien GmbH
Ein Unternehmen der Schlüterschen
Mediengruppe
ISSN 1439-0299

Korrespondenzadresse:
Paula.heine@web.de

Eingegangen: 08.12.2020
Angenommen: 04.08.2021
Veröffentlicht: 07.09.2021

<https://www.vetline.de/berliner-und-muenchener-tieraerztliche-wochenschrift-open-access>

Zusammenfassung

Abstract



CC BY-NC-ND 4.0

Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde Tierhygiene und Tierhaltung¹; Hochschule Weihenstephan-Triesdorf²; Institut für Epidemiologie (IfE), Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)³; Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.⁴; Naturland Bayern⁵

Analyse der Auswirkung unterschiedlicher ökologischer Milchviehhaltungssysteme in Bayern auf standardisiert erhobene Werte zu Milchleistung, Fortpflanzungsgeschehen und Stoffwechselgesundheit

Analysis of the effect of different organic dairy farming systems in Bavaria on standardized values of milk yield, fertility and metabolic health

Paula Heine¹, Eva Zeiler², Carola Sauter-Louis³, Michael Erhard¹, Mona Göttl¹, Martin Kammer⁴, Stefan Scholz⁵, Felix Versen², Carsten Hümmer², Elke Rauch¹

Ziel dieser Studie war, standardisiert erhobene Milchleistungs-, Stoffwechsel und Parameter zum Fortpflanzungsgeschehen in der ökologischen Milchviehhaltung auf mögliche Zusammenhänge zu verschiedenen Haltungssystemen zu prüfen. Hierfür standen Daten der elfmal jährlich stattfindenden Milchleistungsprüfung (MLP) des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV) für den Zeitraum 2015–2017 zur Verfügung. Untersucht wurden 56 ökologische Milchviehbetriebe des Verbandes Naturland im bayerischen Alpenvorraum [31 Anbindehaltungsbetriebe mit Weide (AH+W), 18 Laufstallbetriebe mit Weide (LS+W), 7 Laufstallbetriebe mit Auslauf (LS+A)]. Verglichen wurden Herdengröße, Milchleistung und Fett-Eiweiß-Quotient, Non-Return-Rate 90, Rastzeit und Zwischenkalbezeit sowie der Anteil der Kühe mit Ketoserisiko. Für das Jahr 2017 lagen Informationen bezüglich der Zusammensetzung des Grundfutters vor, weshalb der Fokus auf diesem Jahr lag. Im Sommer war die errechnete Energiedichte des Grundfutters zwischen den Haltungssystemen annähernd gleich, im Winter dagegen lag die errechnete Energiedichte des Grundfutters in AH+W signifikant unter jener in LS+W und LS+A. Die LS+A-Betriebe konnten eine signifikant höhere Milchleistung ($p < 0,001$) sowie im Jahr 2017 einen geringeren Anteil ketosegefährdeter Kühe vorweisen. Kühe in LS+W- und LS+A-Betrieben hatten gegenüber AH+W-Betrieben eine kürzere Zwischenkalbezeit. Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass Laufstallsysteme ohne Weide intensiver wirtschaften und somit bessere Leistungen erzielen, als Betriebe, deren Kühe im Sommer einen überwiegenden Teil der Ration auf der Weide aufnehmen. Die vorliegende Studie konnte Zusammenhänge zwischen verschiedenen Haltungssystemen in der ökologischen Milchviehhaltung und der Milchleistung, dem Ketoserisiko sowie Parametern zum Fortpflanzungsgeschehen aufzeigen.

Schlüsselwörter: Anbindehaltung, Fett-Eiweiß-Quotient, Ketose, Tierwohl, ökologische Milchkuhfütterung

The aim of this study was to examine standardized milk yield, metabolism and fertility parameters in organic dairy farming for correlations to different husbandry systems. For this purpose, data related to milk yielding provided eleven times a year by the "Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV)" for the period 2015–2017 were available. Fifty-six organic dairy farms of the Naturland association in the Bavarian Alpine foothills [31 Tie-stall farms with grazing (AH+W), 18 free stall housing systems with grazing (LS+W), 7 free stall housing systems with free-range area (LS+A)] were analysed. Herd size, milk yield and milk constituents, non-return rate at 90 days, calving to first-service interval and calving interval, as well as the proportion of cows at risk of ketosis were compared. Focus of the study was the year 2017, as data of the staple feed was available for this year. The calculated energy density of the staple feed in summer was similar between the housing systems, but in winter it was lower for AH+W farms than for LS+W and LS+A. LS+A farms showed significantly higher

milk yield ($p < 0.001$) and a lower proportion of cows at risk of ketosis in 2017. Compared to AH+W farms, cows in LS+W and LS+A farms had a shorter calving interval. It can be deduced that free stall housing systems without grazing are more intensive and thus achieve better performance than farms whose cows consume a major part of the ration grazing in summer. In conclusion, the present study was able to show correlations between different housing systems in organic dairy farming and milk yield, ketosis risk and fertility.

Keywords: Tie-stall, Milk fat to protein ratio, ketosis, animal welfare, organic dairy feeding

Einleitung

Erhöhtes Tierwohl in der Nutztierhaltung ist ein besonderes Anliegen sowohl seitens der Verbraucher als auch seitens des bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Kaniber 2021). Viele dieser Forderungen werden in der ökologischen Landwirtschaft mit der EU-Öko-Verordnung bereits umgesetzt. Hierzu zählen u. a. mehr Platz für die Tiere, restriktiver Einsatz von Antibiotika, Weidehaltung und weniger Kraftfuttereinsatz [VO (EG) Nr. 889/2008 2008]. Ein besonderer medialer Fokus liegt seit Jahren auf der vielfach diskutierten Anbindehaltung (Dauermann und Kussin 2020, Kaniber 2021, Sebald 2021). Die ganzjährige Anbindehaltung ist in der ökologischen Rinderhaltung verboten. Ausnahmeregelungen bestehen für eine sogenannte Kombinationshaltung. Dabei darf der Betrieb als Kleinbetrieb im Jahreschnitt maximal 50 Kühe (ohne Jungvieh) halten. Die Tiere müssen jedoch während der Vegetationszeit Zugang zu Weideland haben. Ist Weiden beispielsweise außerhalb der Vegetationszeit nicht möglich, muss zweimal pro Woche Zugang zu einem Auslauf gewährleistet werden [VO (EU) Nr. 2018/848 2018]. Auch laut der aktuellen EU-Öko-Basisverordnung VO (EG) Nr. 2018/848 vom 30. Mai 2018, gültig ab 01.01.2022, ist es Betrieben weiterhin erlaubt, Kühe in Anbindehaltung unter oben genannten Auflagen zu halten. Generell muss laut EU-Öko-Verordnung 889/2008 in der ökologischen Milchviehfütterung mindestens 60 % der Trockenmasse aus frischem, getrocknetem oder siliertem Raufutter bestehen. In der frühen Laktation ist jedoch ein Kraftfutteranteil über einen Zeitraum von maximal drei Monaten von 50 % zulässig. Dies ist auch laut der aktuellen EU-Öko-Basisverordnung VO (EG) Nr. 2018/848 in Zukunft weiterhin erlaubt. Da die Beschaffung von hochenergetischem Futter in geforderter ökologischer Qualität jedoch schwierig und kostspielig ist (Dalton et al. 2008, Horn et al. 2013) und vor allem heimische Eiweißträger knapp sind (Benecke 2019), wird in der ökologischen Milchviehhaltung meist restriktiv gefüttert. Trotz der strengen Vorgaben konnten bayrische ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe die Milchleistung im letzten Jahrzehnt von 6.062 kg auf 6.944 kg Milch steigern [bayernweiter Durchschnitt aller (konventionell und ökologisch) geprüften Kühe: 8.045 kg Milch pro Kuh und Jahr (LKV Bayern 2009, 2019, Statista 2019)]. Eine hohe Futteraufnahme und eine ausreichende Energieversorgung sind jedoch vor allem in der Früh-laktation wichtig. Die zu Beginn der Laktation schnell ansteigende Milchleistung bei gleichzeitig langsamer ansteigender Trockenmasseaufnahme führt innerhalb der ersten 40 bis 80 Lak-

tationstage (Harder et al. 2019) bzw. nach Ledinek und Gruber (2014) bereits ab dem 14. Laktationstag zu einer negativen Energiebilanz. Besteht diese negative Energiebilanz über einen längeren Zeitraum, kommt es zur Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven (Roche et al. 2006, Friggens et al. 2007, van Knegsel et al. 2007). Diese Körperfettmobilisation kann über die Analyse des Verhältnisses von Milchfett zu Milcheiweiß detektiert werden (Spohr 2009, Vlček et al. 2016). Glatz-Hoppe et al. (2020) konnten bei einem Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) von $> 1,4$ auf einen Energiemangel, bei einem FEQ $> 1,4$ mit zugleich einem geringen Milcheiweißgehalt bzw. einem FEQ $> 1,4$ und zugleich einem zu hohen Milchfettgehalt auf einen Ketoseverdacht schließen. Barletta et al. (2017) stellten bei Kühen mit einem erhöhten Risiko an Ketose zu erkranken eine geringere Fruchtbarkeit in Form von einem verzögertem ersten Eisprung nach der Abkalbung fest. Auch kann das Vorhandensein einer subklinischen bzw. klinischen Ketose zu einer signifikant schlechteren Fruchtbarkeit in Form von längeren Perioden der Anovulation, einer geringeren Trächtigkeitsrate bei künstlicher Besamung sowie einem erhöhten Risiko von Trächtigkeitsverlusten führen (Ribeiro et al. 2013, Santos et al. 2016). Aus diesem Grund sollten Milchviehbetriebe ein umfassendes Reproduktions- und Gesundheitsmanagement zur Minimierung von Problemen in der peripartalen Phase etablieren (Santos et al. 2016). Eine gute Fruchtbarkeit sowie ein hoher Gesundheitsstatus der Herde sind für die Wirtschaftlichkeit der Milchviehbetriebe ausschlaggebend (Staufenbiel 2004, Kleen 2012, Mostert et al. 2018). Für ein stetes Betriebsmonitoring führt das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV) bei Mitgliedsbetrieben eine monatliche Milchleistungsprüfung (MLP) durch. Hierbei werden neben Milchleistung und Milchinhaltsstoffe ebenfalls Daten zu u. a. Rastzeit, Zwischenkalbezeit und Non-Return-Rate 90 erhoben und als betriebsindividuelle Auswertung den Betrieben zur Verfügung gestellt.

Ziel der vorliegenden Studie war, mögliche Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Milchviehhaltungssystemen in der ökologischen Landwirtschaft bezüglich der Milchleistung, der Stoffwechselsituation und dem Fortpflanzungsgeschehen zu untersuchen. Untersucht wurden bayerische Milchviehbetriebe im Alpenvorland mit den Haltungssystemen Anbindehaltung mit Weide, Laufstall mit Weide und Laufstall mit Auslauf. Als Datengrundlage standen monatlich standardisiert erhobene Milchleistungsdaten der Jahre 2015–2017 sowie jährlich erfasste Stichtagsdaten des LKV Bayern zur Verfügung.

Material und Methoden

Datengrundlage – Betriebsauswahl

Aufgrund der hohen Dichte an Anbindehaltungsbetrieben mit Auslauf im Alpen- und Alpenvorland (Dorfner und Zenger 2017) wurden die Regionen Traunstein, Rosenheim, Oberallgäu, Miesbach, Landsberg am Lech und Berchtesgadener Land ausgewählt. Die Erstausswahl der Betriebe beinhaltete vergleichbare Anteile der Haltungssysteme Anbindehaltung mit Weide ($n = 34$) und Laufstallbetriebe (Auslauf oder Weide; $n = 31$) und erfolgte zufällig durch Naturland. Die Verteilung innerhalb der Laufstallbetriebe mit Weide ($n = 24$) bzw. mit alleinigem Auslauf ($n = 7$) wurde an Aussagen von Naturland angelehnt, dass rund 80 % der Kühe in Laufstallhaltung im Verband Zugang zu Weideland haben. Um eine homogene Betriebsauswahl zu erhalten, wurden folgende Kriterien definiert:

- Mindestkuhzahl von zehn Kühen im gleitenden Jahresmittel bei Kombinationshaltung
- Mindestkuhzahl von 20 Kühen im gleitenden Jahresmittel bei Laufstallhaltung
- Mindestherdenleistung von 5.000 kg Milch/Kuh und Jahr
- Erfassung der Milchleistung im Rahmen der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern e. V.
- ökologische Bewirtschaftungsweise seit mindestens fünf Jahren (exklusive des Umstellungszeitraums)

Diese Frist wurde festgelegt, da die Umstellung auf eine biologische Bewirtschaftung durch den Transfer von produktionstechnischem Wissen und umfangreichem Knowhow einer gewissen Zeit bedarf (Hadatsch et al. 2000). Da einige Betriebe die Kriterien z. T. nicht erfüllten, konnte folgende Verteilung der Haltungssysteme ausgewertet werden: Anbindehaltung mit Weide (AH+W, $n = 31$), Laufstall mit Weide (LS+W, $n = 18$) und Laufstall mit Auslauf (LS+A, $n = 7$). Die Betriebe LS+A wurden allesamt als Haupterwerbsbetriebe geführt, AH+W zu 83,9 % und LS+W zu 94,7 %. Hauptsächlich wurden die Rasse Fleckvieh (78,2 %) und die Rasse Braunvieh (15,8 %) aufgestellt. Weiter wurden Schwarzbunte (3,1 %), Rotbunte (0,9 %) und Tiere ohne Rassenangabe (2,0 %) aufgestellt. In Tabelle 1 ist die genaue Verteilung der Rassen nach Haltungssystem dargestellt. Betriebsbesuche fanden einmalig 2017 statt. Die Milchleistungsdaten der Jahre 2015–2017 lagen bei allen Betrieben vor. Stichtagsdaten lagen für das Jahr 2015 bei 29 AH+W-Betrieben, 17 LS+W-Betrieben und bei allen LS+A-Betrieben vor. Für das Jahr 2016 und 2017 lagen sie für alle Betriebe vor. Stichtagsdaten stellen dabei die betriebsindividuellen jährlichen durchschnittlichen Leistungskennzahlen einer Milchvieherde dar. Hierzu werden u. a. Parameter zu Herdengröße,

Milchleistung und Milchinhaltsstoffen sowie Parameter zum Fortpflanzungsgeschehen vom LKV betriebsindividuell über ein komplettes Jahr (Oktober des vergangenen Jahres bis September des aktuellen Jahres) erfasst und gemittelt.

Ausgewertete Parameter

Milchleistungsdaten

Folgende Parameter wurden bei jeder MLP tierbezogen elfmal jährlich vom LKV erfasst, mit den Lebendohrmarken (LOM) der Kühe verknüpft und ausgewertet:

- Milchmenge (kg/Tag)
- Milcheiweiß [E, (%)]
- MilCHFett [F, (%)]

Aus den einmal jährlich durch den LKV erfassten Stichtagsdaten wurde die mittlere 305-Tage-Milchleistung (kg/Betrieb) sowie die mittlere Herdengröße/Jahr ermittelt.

Fütterung

Für das Jahr 2017 war aufgrund von einmaligen Betriebsbesuchen die Grundfütterration bekannt. Eine vollumfängliche Futterationsbewertung konnte aufgrund fehlender Daten einiger Betriebe zur eingesetzten Kraftfuttermenge pro Kuh, bzw. Gesamteinsatz des Kraftfutters pro Jahr nicht durchgeführt werden.

Die Fütterung wurde, aufgrund des oftmals fehlenden detaillierten Futterplans, als prozentuale Verteilung der Futterbestandteile für das Jahr 2017 abgefragt. Diese waren in den Sommermonaten (April–September): Weide, Frischgras, Silage, Heu und Kraftfutter und in den Wintermonaten (Oktober–März): Silage, Heu und Kraftfutter (s. Abb. 1). Daraus wurde der durchschnittliche Energiegehalt in Megajoule (MJ) Nettoenergie für die Milchproduktion (NEL) je Kilogramm (kg) Trockenmasse (TM) näherungsweise ermittelt. Folgende Energiegehalte (MJ NEL/kg TM) wurden dem LfL-Rechner entnommen (LfL 2021): Weide = 6,3 MJ NEL/kg TM; Frischgras = 6,4 MJ NEL/kg TM; Heu = 5,6 MJ NEL/kg TM; Silage = 5,9 MJ NEL/kg TM; Kraftfutter = 6,7 MJ NEL/kg TM. Zusätzlich wurde tierindividuell Kraftfutter gefüttert. Dies konnte jedoch aufgrund fehlender genauer Daten zur tatsächlichen Kraftfuttermenge pro Kuh nicht in die Berechnung der Grundfütteration mit einbezogen werden.

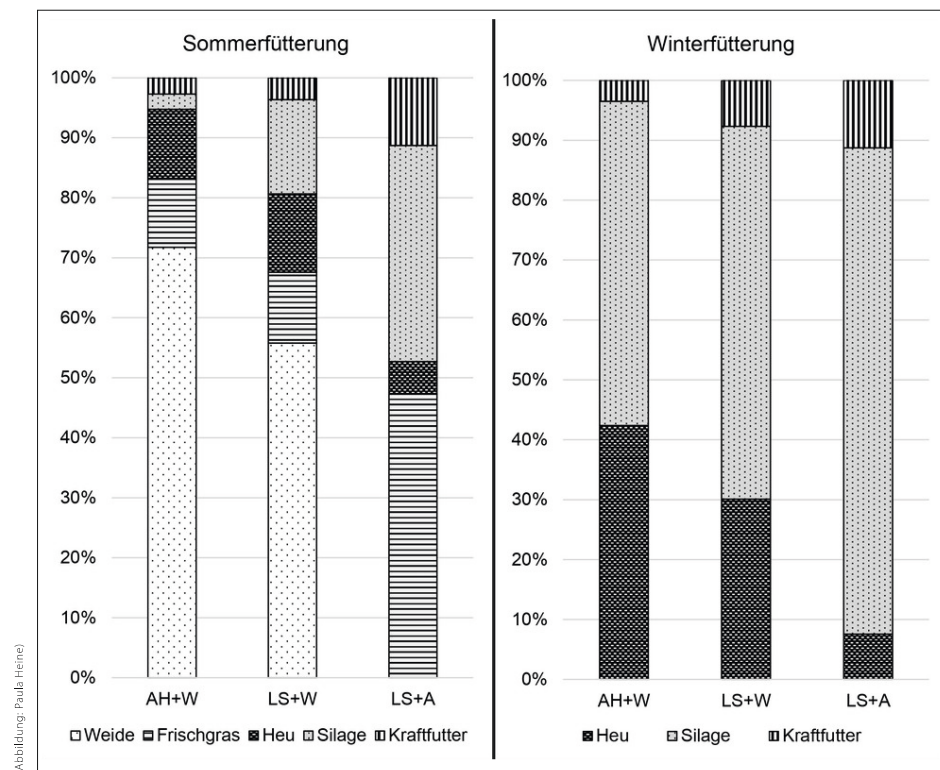
Stoffwechselgesundheit

Um mögliche Energiedefizite bzw. eine Abweichung in eine ketotische Stoffwechselsituation zu erkennen, wurden Milcheiweiß (E) und MilCHFett (F) nach Glatz-Hoppe et al. (2019a) betrachtet. Hierbei wurde die Definition der oberen und unteren Grenzen des Normalbereiches von MilCHFett ($F_{\min}$ und $F_{\max}$) und Milcheiweiß ($E_{\min}$ und $E_{\max}$) übernommen (s. Tab. 2) und ketosegefährdete

TABELLE 1: Verteilung der Rassen innerhalb der einzelnen Haltungssystemen bei ausgewählten bayerischen ökologischen Milchviehbetrieben im Verband Naturland; LKV-Daten der Jahre 2015–2017

Rassen/ Haltungs- system	FV	n_{FV}	BV	n_{BV}	SB	n_{SB}	RB	n_{RB}	ohne Angabe	$n_{\text{ohne Angabe}}$
AH+W	78,5 %	901	16,0 %	184	1,2 %	14	0,6 %	7	3,7 %	42
LS+W	69,9 %	1.100	22,5 %	355	5,6 %	88	0,5 %	8	1,5 %	24
LS+A	96,9 %	666	0,3 %	2	0,6 %	4	2,0 %	14	0,2 %	1

FV: Fleckvieh; BV: Braunvieh; SB: Schwarzbunte; RB: Rotbunte; ohne Angabe: ohne Rassenangabe; AH+W: Anbindehaltung mit Weide; LS+W: Laufstall mit Weide; LS+A: Laufstall mit Auslauf



(Abbildung: Paula Heine)

ABBILDUNG 1: Ermittelte Verteilung der Futterkomponenten nach Angaben der Betriebsleiter der untersuchten Milchviehbetriebe im Jahr 2017, unterteilt nach Sommerfütterung (April–September) und Winterfütterung (Oktober–März) sowie Haltungssystemen: Anbindehaltung mit Weide AH+W = 31; Laufstall mit Weide: LS+W = 18; Laufstall mit Auslauf: LS+A = 7

Kühe mit $FEQ > FEQ_{Grenz}$ und $E < E_{min}$ beziehungsweise $FEQ > FEQ_{Grenz}$ und $F > F_{max}$ definiert (Glatz-Hoppe et al. 2020). Dabei ist FEQ_{Grenz} mit 1,4 festgelegt. Daten der Rasse Jersey (drei Kühe, 60 Datensätze) wurden für die Berechnungen ausgeschlossen.

Der prozentuale Herdenanteil ketosegefährdeter Kühe wurde innerhalb der Haltungssysteme sowie zur genaueren Betrachtung innerhalb der ersten 100 Laktationstage, aufgeschlüsselt nach Erstlaktierenden und Kühen mit ≥ 2 Laktationen verglichen.

TABELLE 2: Berechnung der unteren und oberen Grenzen des Normalbereichs für Milcheiweiß (E_{max} und E_{min}) und MilCHFett (F_{max} und F_{min}) für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh (nach Glatz-Hoppe et al. 2019a)

E_{min}	$= (4,11 - 0,023 \times \text{kg Milch/Tag}) (1 - 0,35/3,51)$
E_{max}	$= (4,11 - 0,023 \times \text{kg Milch/Tag}) (1 + 0,35/3,51)$
F_{min}	$= (5,06 - 0,033 \times \text{kg Milch/Tag}) (1 - 0,68/4,20)$
F_{max}	$= (5,06 - 0,033 \times \text{kg Milch/Tag}) (1 + 0,68/4,20)$

Parameter zum Fortpflanzungsgeschehen

Zum Fortpflanzungsgeschehen wurden die einmal jährlich erfassten Stichtagsdaten des LKV ausgewertet. Dabei flossen alle Daten zu Abkalbungen und Besamungen zwischen dem 01.10. des vergangenen Jahres und dem 30.09. des aktuellen Jahres ein. Folgende Parameter wurden ausgewertet:

- mittlere Zwischenkalbezeit [ZKZ, (Tage)]
- mittlere Rastzeit [RZ, (Tage)]
- mittlere Non-Return-Rate 90 [NRR 90, (%)]

Als Zwischenkalbezeit wurden die Tage zwischen zwei aufeinander folgenden Abkalbungen bezeichnet. Die Rastzeit wurde als Zeitraum zwischen Kalbung und erster darauffolgender Besamung definiert (Busch 2004). Die Non-Return-Rate 90 ist definiert als der Anteil jener Kühe, welche nach einer Besamung innerhalb 90 Tagen nicht wieder gedeckt wurden (Miglior et al. 1998).

Datenverarbeitung

Die MLP-Daten wurden nach Empfehlung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. (ADR) um unwahrscheinliche Milchmengen (< 2 und > 99 kg

Milch) bereinigt (ADR 2001). Angelehnt an Glatz-Hoppe et al. (2019b) wurden Laktationstage von < 5 und > 999 ebenfalls ausgeschlossen. Laktationstage (LT) wurden wie folgt zusammengefasst: 6–30 Tage = 1. Probemelken (PM); 31–60 Tage = 2. PM; 61–100 Tage = 3. PM; 101–200 Tage = 4. PM; 201–300 Tage = 5. PM; > 300 Tage = 6. PM. Es wurden nur MLP-Datensätze mit vollständigen Angaben zu Milchmenge (kg), Milchfett (%) und Milcheiweiß (%) mit einbezogen. Nach der Bereinigung standen Datensätze von 56 Betrieben, 3.410 Kühen und 54.726 Milchleistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung des LKV für die Analyse zur Verfügung. Aufgrund der Bereinigung der Datensätze kam es bei der Betrachtung der Probemelkungen im Verlauf der ersten 100 Tage zu unterschiedlichen Stichprobenzahlen je PM.

Statistische Auswertung

Die monatlichen Daten der Milchleistungsprüfung der Jahre 2015–2017 sowie der Jahres-Stichtagsdaten der Jahre 2015–2017 des LKV lagen in Excel vor. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm IBM®SPSS (Version 24 für Microsoft Windows; IBM) aufbereitet und ausgewertet und z. T. grafisch mittels Box- und Whisker-Plots dargestellt. Box- und Whisker-Plots stellen die Verteilung der Daten mit Median und Quartilen, sowie den Minima und Maxima dar (Bortz und Schuster 2016).

Die Stichtagsdaten wurden mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung getestet. Bei Normalverteilung wurden Unterschiede dieser Parameter zwischen den Haltungssystemen mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung getestet. Anschließend wurden Bonferroni-korrigierte paarweise Vergleiche zwischen

den Jahren durchgeführt. Waren die Daten nicht normalverteilt, wurde der Einfluss des Haltungssystems mittels Friedman-Test geprüft. Bei Signifikanz wurde ebenfalls ein Post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Das Signifikanzniveau (α) wurde auf 5 % ($p < 0,05$) festgelegt. Alle Daten mit einer Wiederholung von einzeltier- bzw. betriebsabhängigen Daten wurden in einem multivariablen Modell mittels eines generalisierten linearen Modells mit Subjektwiederholung getestet, wobei die Daten der Tiere pro Jahr als Wiederholung einfließen (erfasst durch die Lebendohrmarke, LOM). Ebenso floss der Betrieb als Subjektwiederholung in die Berechnung ein, auch, um das jeweilige Betriebsniveau einzubeziehen. Da die Fütterung als Sommerfütterung (April–September) und Winterfütterung (Oktober–März) angegeben wurde, wurde der Einfluss zwischen Sommer (April–September) und Winter (Oktober–März) mit dem Hypothesen-Test Chi-Quadrat getestet. Aufgrund des signifikanten Einflusses der Saison auf Milchmenge, Milchfett, Milcheiweiß und Fett-Eiweiß-Quotient wurde die Saison im multivariablen Modell für alle Milchleistungsparameter ebenfalls als Subjektwiederholung gesetzt. Da für das Jahr 2017 Angaben zur Fütterung zur Verfügung standen, wurde dieses Jahr zusätzlich separat betrachtet. Für die Analysen der MLP-Daten für das Jahr 2017 wurden die ersten 100 Laktationstage (LT; 6–100; 1. –3. PM), unterteilt nach Erstlaktierenden und Kühen mit zwei und mehr Laktationen betrachtet. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit bestehender Literatur wurden sowohl Kennzahlen normalverteilter Parameter (Mittelwert und Standardabweichung) als auch die Kennzahlen nicht-normalverteilter Parameter (Median und Quartile) dargestellt.

TABELLE 3: Deskriptive Statistik für die mittleren Jahreswerte (Median, Mittelwert, 1. und 3. Quartil) der Stichtagsdaten nach untersuchten Jahren (2015–2017) innerhalb jedes Haltungssystems bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Parameter		AH+W* 2015	AH+W* 2016	AH+W* 2017	LS+W* 2015	LS+W* 2016	LS+W* 2017	LS+A* 2015	LS+A* 2016	LS+A* 2017
Anzahl Betriebe		29	31	31	17	18	18	7	7	7
Jahresherdengröße (Kühe/Betrieb)	Median (X̄) 1.; 3. Quartil	20,6 ^a (21,7) 16,1; 25,5	20,3 ^a (21,3) 16,7; 26,1	19,7 ^a (21,6) 17,3; 24,5	46,8^a (49,5) 29,1; 57,5	47,9^a (52,5) 31,0; 62,4	46,8^b (53,2) 31,4; 62,9	48,0 ^a (54,0) 42,9; 67,8	50,4 ^a (55,0) 45,0; 61,9	52,2 ^a (56,7) 45,5; 59,7
305-Tage-Milchleistung (kg)	Median (X̄) 1.; 3. Quartil	6.418,0 ^a 6.490,2 ^{nv} 5.918,5; 6.844,0	6.470,0 ^a 6.534,1 ^{nv} 5.934,0; 7.322,0	6.414,0 ^a 6.468,9 ^{nv} 5.842,0; 6.996,0	6.060,0 ^a (6.374,5) 5.868,5; 6.817,5	6.290,5 ^a (6.509,2) 5.995,3; 6.993,0	6.227,0 ^a (6.325,2) 5.731,0; 6.927,3	7.515,0 ^a 7.274,0 ^{nv} 6.243,0; 7.905,0	7.473,0 ^a 7.613,1 ^{nv} 6.243,0; 8.336,0	8.068,0 ^a 7.844,3 ^{nv} 7.020,0; 8.499,0
Rastzeit (Tage)	Median (X̄) 1.; 3. Quartil	73,0 ^a (72,6) 64,5; 79,0	68,0 ^a (73,2) 60,5; 87,0	74,0 ^a (77,0) 65,5; 83,5	66,5 ^a (70,7) 64,3; 80,3	72,5 ^a (72,5) 61,5; 81,3	69,0 ^a (71,3) 57,5; 79,5	60,0 ^a 60,4 ^{nv} 56,0; 64,0	59,0 ^a 59,7 ^{nv} 59,0; 60,0	62,0 ^a 63,3 ^{nv} 55,0; 68,0
NRR 90 (%)	Median (X̄) 1.; 3. Quartil	50,0 ^a 50,4 ^{nv} 41,2; 62,2	46,7 ^a 51,5 ^{nv} 41,1; 60,8	50,0 ^a 51,0 ^{nv} 39,3; 61,3	63,9 ^a 64,1 ^{nv} 47,8; 76,2	60,8 ^a 58,1 ^{nv} 48,8; 67,0	58,7 ^a 61,4 ^{nv} 55,9; 66,9	56,8 ^a 53,1 ^{nv} 44,7; 60,0	58,7 ^a 56,6 ^{nv} 51,8; 60,7	59,3 ^a 56,1 ^{nv} 45,9; 65,9
Zwischenkalbezeit (Tage)	Median (X̄) 1.; 3. Quartil	394,0^a (397,2) 377,0; 413,5	403,0^b (409,5) 385,0; 429,0	399,0^b (414,9) 386,0; 429,0	377,0 ^a (381,9) 369,5; 395,5	385,0 ^a (383,5) 373,0; 394,0	379,5 ^a (387,6) 374,3; 397,5	375,0 ^a 373,4 ^{nv} 365,0; 380,0	378,0 ^a 378,9 ^{nv} 370,0; 385,0	363,0 ^a 370,4 ^{nv} 357,0; 384,0

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede der Jahre eines Haltungssystems ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A; nv = Daten gemäß dem Shapiro-Wilk-Test normalverteilt; $p > 0,05$

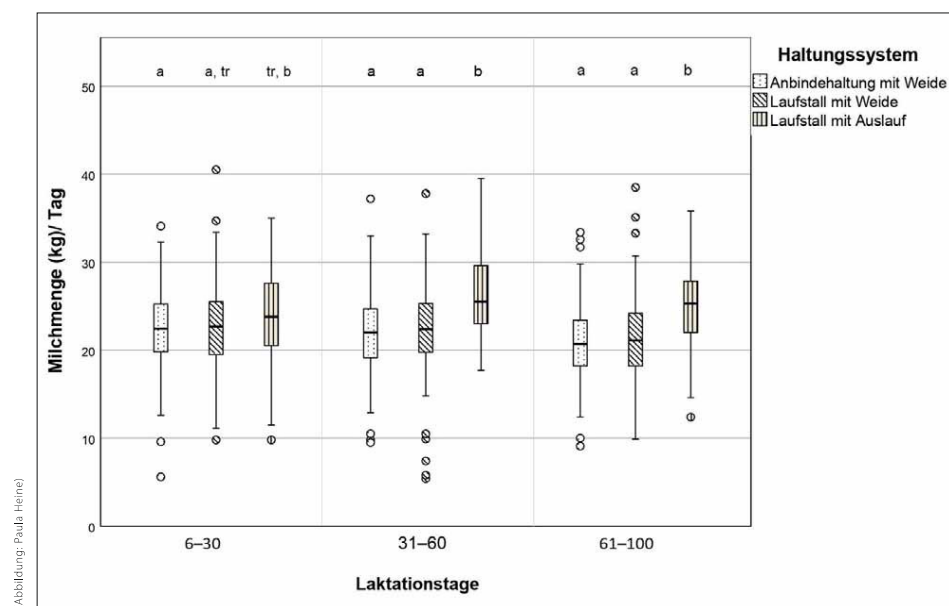


ABBILDUNG 2: Mittlere tägliche Milchmenge der Erstlaktierenden nach Haltungssystemen, aufgeteilt in drei Gruppen innerhalb der ersten 100 Laktationstage; Milchleistungsdaten von 2017; Anzahl Kühe Laktationstage 6–30: AH+W = 112, LS+W = 149, LS+A = 82; Laktationstage 31–60: AH+W = 140, LS+W = 187, LS+A = 93; Laktationstage 61–100: AH+W = 178; LS+W = 214, LS+A = 127; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Ergebnisse

Ein Überblick über die Entwicklung der untersuchten Parameter über die Jahre 2015–2017 ist in Tabelle 3 zu sehen. Mittels eines Bonferroni-korrigierten Post-hoc-Tests konnte im Verlauf der Jahre 2015–2017 innerhalb der Haltungssysteme keine Änderungen bei der Milchmenge festgestellt werden. Die mittlere Herdengröße stieg in LS+W von 2015 auf 2016 und 2015 auf 2017 statistisch signifikant an ($p = 0,004$ bzw. $p = 0,001$), während der Median über die Jahre ähnlich blieb. Im Haltungssystem AH+W verlängerte sich die Zwischenkalbezeit sowohl von 2015 auf 2016 ($p = 0,030$) als auch von 2015 auf 2017 statistisch signifikant ($p = 0,003$). Sowohl Rastzeit als auch Non-Return-Rate 90 blieben über die drei Jahre innerhalb der Haltungssysteme unverändert.

Auswertung Fütterung 2017

Die ermittelten Energiegehalte unterschieden sich in allen Haltungssystemen zwischen Sommer- und Winterfütterung ($p < 0,001$). Im Sommer konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Energiegehalte zwischen den Haltungssystemen festgestellt werden. Im Winter hingegen waren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den AH+W-Betrieben und den LS+A-Betrieben ($p = 0,037$) sowie statistisch tendenzielle Unterschiede zwischen den LS+A-Betrieben und den LS+W-Betrieben ($p = 0,052$) zu sehen (s. Tab. 4). Nach Aussagen der Landwirte lag die maxi-

male Kraftfuttergabe pro Kuh und Tag (kg, Sommer, Winter) in AH+W bei 2,8 kg bzw. 3,0 kg, LS+W bei 3,4 kg bzw. 5,1 kg und LS+A bei 7,0 kg bzw. 7,3 kg.

Milchleistung und Herdengröße 2017

Wie in Tabelle 5 dargestellt, unterschied sich im Jahr 2017 die Herdengröße statistisch signifikant zwischen AH+W- und den Laufstallbetrieben (LS+W: $p < 0,001$ und LS+A: $p < 0,001$).

Die Tagesmilchleistung im Jahr 2017 war, trotz der differentiellen Herdengrößen, in den Betrieben AH+W und LS+W ähnlich und unterschied sich jeweils statistisch signifikant zu LS+A (je $p < 0,001$). Die Betriebe zeigten

TABELLE 4: Deskriptive Statistik für die mittlere Energiedichten MJ NEL/kg TM des Grundfutters im Jahr 2017 während der Sommerfütterung (April–September) und Winterfütterung (Oktober–März) nach Haltungssystem bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Haltung	$\bar{x}$ Sommer*	$\bar{x}$ Winter*
AH+W (n = 30)	6,21 ^a ± 0,13	5,79 ^a ± 0,16
LS+W (n = 18)	6,21 ^a ± 0,18	5,79 ^a ± 0,06
LS+A (n = 7)	6,21 ^a ± 0,14	5,97 ^b ± 0,30

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede im Sommer und Winter ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A

TABELLE 5: Deskriptive Statistik für die Herdengröße (Stichtagsdaten) und die mittlere tägliche Milchleistung (MLP-Daten), jeweils Median sowie 1. und 3. Quartil im Jahr 2017 nach Haltungssystem bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Parameter	Haltung	n	Median*	1. Quartil	3. Quartil	Mittelwert ± SD
Herdengröße (Kühe/Betrieb)	AH+W	31	19,7 ^a	17,3	24,5	(21,6)
	LS+W	18	46,8 ^b	31,4	62,9	(53,2)
	LS+A	7	52,2 ^b	45,5	59,7	(56,7)
Milchleistung Einzeltier (kg/Tag) ^{iv}	AH+W	6.241	19,6 ^a	15,8	24,1	20,1 ± 6,2
	LS+W	8.577	19,7 ^a	15,6	24,6	20,3 ± 7,1
	LS+A	3.880	24,4 ^b	19,2	29,9	24,8 ± 7,5

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A; ^{iv} Daten gemäß Shapiro-Wilk-Test normalverteilt, $p > .05$

einen deutlichen Unterschied zwischen dem 1. und 3. Quartil (s. Tab. 5).

Fortpflanzungsgeschehen der verschiedenen Haltungssysteme 2017

Daten zu Rastzeit, Non-Return-Rate 90 und Zwischenkalbezeit des Jahres 2017 sind in Tabelle 6 dargestellt. Bei den Parametern RZ und NRR 90 konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben festgestellt werden.

Die Länge der Zwischenkalbezeit war mit dem Haltungssystem assoziiert ($p < 0,001$). Durchgeführte Post-hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigten, dass die Zwischenkalbezeit im Haltungssystem AH+W mit einem Median von 399,0 Tagen statistisch signifikant länger war, als bei LS+W ($p = 0,007$) und LS+A ($p = 0,001$).

Übersicht Stoffwechsel und Stoffwechselgesundheit in den verschiedenen Haltungssystemen 2017

Für die Daten in 2017 konnte ein Zusammenhang zwischen dem Haltungssystem und dem FEQ dargestellt werden. Der FEQ der Kühe in LS+W lag statistisch signifikant über AH+W ($p = 0,048$) und LS+A ($p = 0,004$; s. Tab. 7) und ähnelte sich in AH+W und LS+A ($p = 0,301$). Die Abweichung des FEQ über 1,4 glich sich bei den Haltungssystemen AH+W und LS+W ($p = 0,951$). Beide Haltungssysteme hatten im Vergleich zu LS+A signifikant höhere Abweichungen der FEQ-Werte über 1,4 ($p = 0,035$ bzw. $p = 0,027$, vgl. Tab. 8). Der Anteil ketosegefährdeter Kühe nach Glatz-Hoppe et al. (2020) glich sich in AH+W und LS+W ($p = 0,795$) und lag jeweils signifikant über LS+A ($p = 0,006$, bzw. $p = 0,006$).

Differenzierte Betrachtung der Milchleistung und des Stoffwechsels bei primi- und pluriparen Kühen innerhalb der ersten 100 Laktationstage 2017

Milchleistung der Erstlaktierenden im Verlauf der ersten 100 Laktationstage 2017

Bei Betrachtung der Daten zur Milchmenge erstlaktierender Kühe bei Probemelkungen innerhalb der Laktationstage (LT) 6–30 war ein statistisch signifikanter Zusammenhang zum Haltungssystem erkennbar (s. Abb. 2). Die Milchleistung der Erstlaktierenden in AH+W und LS+W glichen sich und lagen bei AH+W statistisch signifikant bzw. bei LS+W tendenziell unter LS+A ($p = 0,037$; bzw. $p = 0,054$). Auch mit fortschreitenden Laktationstagen (LT 31–60) zeigte sich ein statistisch

signifikanter Zusammenhang zwischen dem Haltungssystem und der täglichen Milchmenge. Dabei lag die tägliche Milchmenge der Erstlaktierenden der Betriebe mit Weide (AH+W und LS+W) statistisch unter jener von LS+A: AH+W [Mittelwert (M) = 21,9, Standardabweichung (SD) = 4,5] und LS+A ($M = 26,0$, $SD = 4,4$; $p < 0,001$) sowie LS+W ($M = 22,4$, $SD = 5,0$) und LS+A ($M = 26,0$, $SD = 4,4$; $p < 0,001$). Auch bei der Milchmenge zum Zeitpunkt des dritten Probemelkens (LT 61–100) war ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Haltungssystem und Milchmenge bei AH+W ($M = 20,8$, $SD = 4,1$) und LS+A ($M = 24,8$, $SD = 4,5$; $p < 0,001$) sowie LS+W ($M = 21,3$, $SD = 4,5$) und LS+A ($M = 24,8$, $SD = 4,5$; $p < 0,001$) gegeben.

Milchleistung pluriparer Kühe im Verlauf der ersten 100 Laktationstage 2017

Die Analyse der ersten 100 Laktationstage bei pluriparen Kühen zeigte, dass bei jeder Probemelkung die Milchleistung mit dem Haltungssystem assoziiert war. Es konnten bei den jeweils ersten drei Probemelkungen in der Laktation statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Haltungssystemen AH+W und LS+A

TABELLE 6: Deskriptive Statistik für die Rastzeit, Non-Return-Rate 90 und Zwischenkalbezeit; jeweils Stichtagsdaten, Median sowie 1. und 3. Quartil, im Jahr 2017 nach Haltungssystem bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Parameter	Haltung	n	$\bar{x}$	Median*	1. Quartil	3. Quartil
Rastzeit (Tage)	AH+W	31	77,0	74,0 ^a	65,5	83,5
	LS+W	18	71,3	69,0 ^a	57,5	79,5
	LS+A	7	63,3	62,0 ^a	55,0	68,0
NRR 90 (%)	AH+W	31	51,0	50,0 ^a	39,3	61,3
	LS+W	18	61,4	58,7 ^a	55,9	66,9
	LS+A	7	56,1	59,3 ^a	45,9	65,9
Zwischenkalbezeit (Tage)	AH+W	31	414,9	399,0 ^a	386,0	429,0
	LS+W	18	387,6	379,5 ^b	374,3	397,5
	LS+A	7	370,4	363,0 ^b	357,0	384,0

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A

TABELLE 7: Deskriptive Statistik für den mittleren Fett-Eiweiß-Quotient im Jahr 2017 in Relation zur Haltungssystem bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Parameter	Haltung	n	$\bar{x}^a$	SD	1. Quartil	Median	3. Quartil
Durchschnittlicher FEQ	AH+W	6.241	1,20 ^a	0,22	1,07	1,19	1,32
	LS+W	8.577	1,21 ^b	0,21	1,08	1,19	1,32
	LS+A	3.880	1,19 ^a	0,20	1,07	1,19	1,32

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A

TABELLE 8: Deskriptive Statistik für die prozentuale mittlere Abweichung des FEQ > 1,4 und der mittleren Abweichung in eine ketotische Stoffwechsellaage im Jahr 2017 nach Glatz-Hoppe et al. (2020) in Relation zur Haltungssystem bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

Parameter	Haltung	n	$\bar{x}^a$ (%)	1. Quartil (%)	Median (%)	3. Quartil (%)
Prozentualer Anteil der Kühe mit FEQ > 1,4	AH+W	6.241	15,1 ^a	9,0	13,2	18,9
	LS+W	8.577	15,1 ^a	7,2	10,8	14,6
	LS+A	3.880	13,4 ^b	10,0	11,2	16,8
Prozentualer Anteil der Kühe mit Ketoserisiko	AH+W	6.241	13,4 ^a	7,6	10,9	17,7
	LS+W	8.577	13,2 ^a	6,5	8,41	12,9
	LS+A	3.880	11,4 ^b	8,1	9,4	14,4

* unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W; Laufstall mit Auslauf = LS+A

sowie LS+W und LS+A festgestellt werden (s. Tab. 9 und Abb. 3). Dabei lag die mittlere Milchleistung (kg)/Tag in LS+A durchweg signifikant über jener in AH+W und LS+W.

Anteil ketosegefährdeter Erstlaktierender im Verlauf der ersten 100 Laktationstage 2017

Bei der Betrachtung der Erstlaktierenden in Bezug auf ein Ketoserisiko nach Glatz-Hoppe et al. (2020) war während der Laktationstage 6–30 und 61–100 kein Zusammenhang zwischen der Haltung und des Ketoserisikos der Erstlaktierenden festzustellen (s. Abb. 4). Lediglich war während der Probemelkungen im Zeitraum des 31.–60. Laktationstages ein tendenzieller Unterschied zwischen AH+W und LS+A zu sehen ($p = 0,056$).

Anteil ketosegefährdeter pluriparer Kühe im Verlauf der ersten 100 Laktationstage 2017

Vergleichbar mit den erstlaktierenden Kühen war bei Probemelkungen innerhalb der Laktationstage 6–30 pluriparer Kühe kein Zusammenhang zwischen dem Haltungssystem und der Abweichungen in eine ketotische Stoffwechsellaage zu erkennen. Bei Probemelkungen innerhalb der Laktationstage 31–60 war ein tendenzieller Unterschied des höheren Anteils ketosegefährdeter pluriparer Kühe lediglich in AH+W im Vergleich zu LS+A zu sehen ($p = 0,090$). Bei Probemelkungen innerhalb der Laktationstage 61–100 lag der Anteil ketosegefährdeter pluriparer Kühe bei AH+W und LS+W signifikant über dem Anteil der ketosegefährdeten pluriparen Kühe in LS+A ($p < 0,001$; bzw. $p = 0,020$; s. Abb. 5).

Diskussion

Für die Auswertung der vorliegenden Studie wurden Daten der Milchleistungsprüfung des LKV Bayern der Jahre 2015–2017 herangezogen. Der daraus resultierend große Datensatz mit einer hohen statistischen Power

führte häufig zu statistisch signifikanten Ergebnissen. Aus diesem Grunde wurde für die paarweisen Vergleiche die sehr konservative Bonferroni-Korrektur angewandt. Des Weiteren wurden die Mittelwerte und Mediane der errechneten Werte mit aufgenommen, um die klinische Relevanz der errechneten Unterschiede darzustellen. Ebenso wurde aus diesem Grund eine multivariable Auswertung mittels verallgemeinertem linearen Regressionsmodell durchgeführt, um die Messwiederholungen innerhalb der Tiere und innerhalb der Betriebe mit ein-

TABELLE 9: Deskriptive Statistik für die mittlere Milchmenge (kg)/Tag während der ersten 100 Laktationstage bei pluriparen Kühen im Jahr 2017 im paarweisen Vergleich der Haltungssysteme bayerischer ökologischer Milchviehbetriebe im Verband Naturland

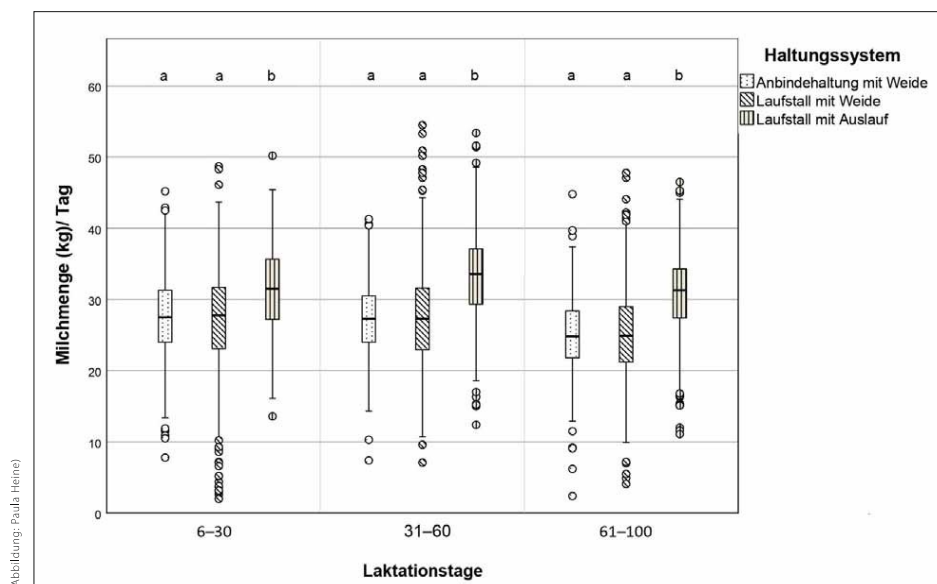
Probemelkung	Haltung	n	$\bar{x}$ (kg/Tag)	SD	Korr. Sig. ^a
1. PM	AH+W	366	27,6	5,8	< 0,001
	LS+A	231	31,4	6,5	
	LS+W	595	27,2	7,1	< 0,001
	LS+A	231	31,4	6,5	
2. PM	AH+W	433	27,3	5,2	< 0,001
	LS+A	291	33,1	6,6	
	LS+W	691	27,6	6,7	< 0,001
	LS+A	291	33,1	6,6	
3. PM	AH+W	566	25,0	5,0	< 0,001
	LS+A	394	30,7	6,2	
	LS+W	853	25,4	6,3	< 0,001
	LS+A	394	30,7	6,2	

^a Signifikanzwerte wurden mittels Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst

PM = Probemelkung. 1. PM: 6–30. Laktationstag (LT); 2. PM = 31–60. LT; 3. PM

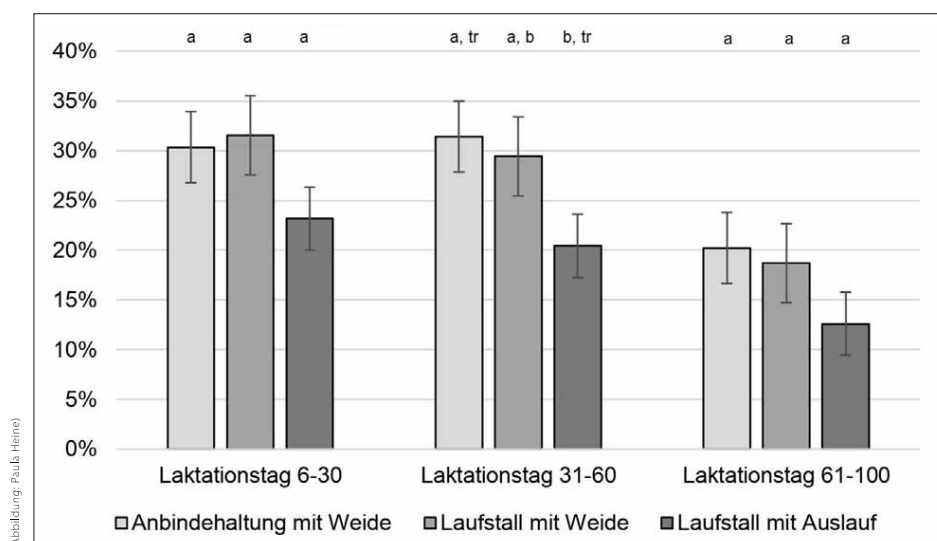
= 61–100. LT; Anbindehaltung mit Weide = AH+W; Laufstall mit Weide = LS+W;

Laufstall mit Auslauf = LS+A



(Abbildung: Paula Heine)

ABBILDUNG 3: Mittlere tägliche Milchmenge pluriparer Kühe nach Haltungssystemen, aufgeteilt in drei Gruppen innerhalb der ersten 100 Laktationstage; Milchleistungsdaten von 2017; Anzahl Kühe Laktationstage 6–30: AH+W = 366, LS+W = 595, LS+A = 231; Laktationstage 31–60: AH+W = 433, LS+W = 691, LS+A = 291; Laktationstage 61–100: AH+W = 566; LS+W = 853, LS+A = 394; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)



(Abbildung: Paula Heine)

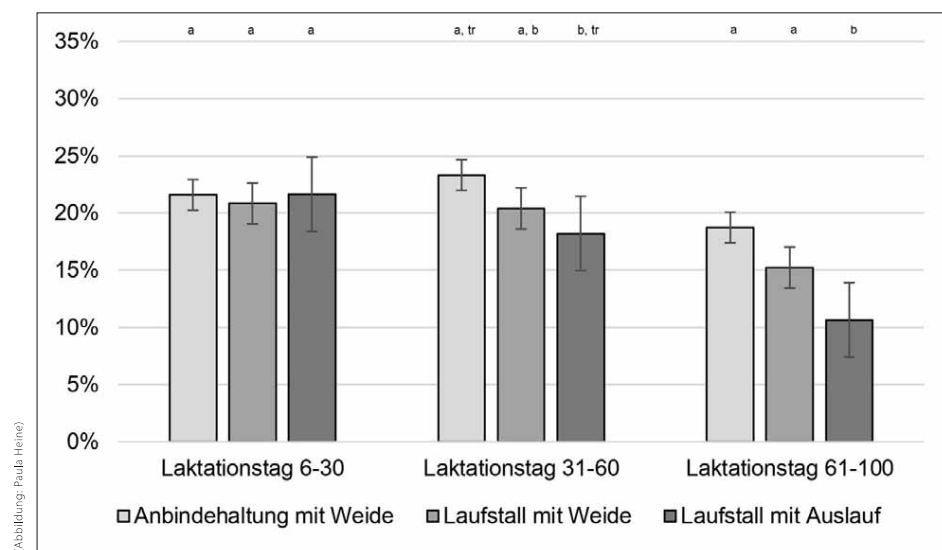
ABBILDUNG 4: Übersicht des prozentualen Anteils der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko nach Glatz-Hoppe et al. (2020) im Jahr 2017, gruppiert nach Leistungstagen; Laktationstage 6–30: AH+W = 112, LS+W = 151, LS+A = 82; Laktationstage 31–60: AH+W = 140, LS+W = 190, LS+A = 93; Laktationstage 61–100: AH+W = 178; LS+W = 218, LS+A = 127; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); tr repräsentiert tendenzielle Unterschiede ($0,05 \leq p \leq 0,1$)

zubeziehen. Aufgrund der Unterschiede in der Fütterung von Sommer zu Winter wurde die Saison ebenfalls wie beschrieben als Wiederholung gesetzt. Die Saison orientiert sich an der unterschiedlichen Fütterung, Wetterdaten wurden keine erhoben. Da sich die Parameter innerhalb der einzelnen Haltungssysteme im Verlauf der Jahre kaum änderten und die Fütterung für das Jahr 2017 vorlag, wurde lediglich dieses Jahr genauer betrachtet.

Wie aufgrund der Selektionskriterien zu erwarten war, glichen sich die Herdengrößen der Laufstallsysteme und lagen signifikant über den Herdengrößen der Anbindehaltungsbetriebe. Generell waren die Projektbetriebe mit dem bayernweiten Durchschnitt (konventionelle und ökologische Betriebe) von 38,3 Kühen/Betrieb zwar vergleichbar, jedoch deutlich kleiner als der bundesweite Durchschnitt (konventionelle und ökologische Betriebe) mit 64 Milchkühen/Betrieb (Destatis 2019). Breves (2020) gibt für Hochleistungskühe eine empfohlene Mindestenergiegedichte von 7,0 MJ NEL/kg TM in der Ration an. Rauch et al. (2011) stellten einen Energiegehalt im Grobfutter auf ökologischen Betrieben von 5,8 MJ NEL/kg TM (Schwankungsbreite 4,5–6,7 MJ NEL/kg TM) fest. Somit lag die berechnete Energiegedichte der Ration der Projektbetriebe mit 6,21 MJ NEL/kg TM im Sommer und mit 5,79–5,97 MJ NEL/kg TM im Winter zwar unter der von Breves (2020) empfohlenen Mindestenergiegedichte für Hochleistungsfutter, jedoch innerhalb der von Rauch et al. (2011) festgestellten Werte. Da eine vollumfängliche Futterationsbewertung aufgrund fehlender Daten einiger Betriebe zur eingesetzten Kraftfuttermenge pro Kuh bzw. Gesamteinsatz des Kraftfutters pro Jahr nicht durchgeführt werden konnte und die tatsächlich auf-

genommene Trockenmasse nicht bekannt war, sind die Werte dieser Studie als Anhaltspunkt zu sehen.

Die Jahresmilchleistung der Betriebe AH+W und LS+W entsprach den Leistungen der ökologischen MLP-Kühe im Verband Naturland. Die Leistung der LS+A-Betriebe lag deutlich über dem bayernweiten Durchschnitt von 6.583 kg bei ökologisch gehaltenen Kühen im Verband Naturland (LKV Bayern 2017). Die Einzeltiermilchleistungen in LS+A innerhalb der ersten 100 Laktationstage lagen ebenfalls meist signifikant über der Einzeltierleistung in AH+W und LS+W und konnten eher mit den Beobachtungen der Einsatzleistungen konventionell gehaltener Kühe, z. B. aus der Untersuchung von Bachstein (2016), verglichen werden. Eine Begründung für dieses höhere Niveau könnte der höhere Anteil an der Rasse Fleckvieh in den LS+A Herden sein. Da jedoch das betriebsindividuelle Zuchtziel nicht bekannt war, kann die höhere Milchleistung allein durch den Fleckvieh-Anteil nicht abschließend bestätigt oder ausgeschlossen werden. Nach Gazzarin et al. (2014), Ambrecht (2017) sowie March et al. (2017) könnte der Zugang zur Weide die geringeren Milchleistungen bei AH+W und LS+W erklären. Sie konnten ebenfalls geringere Milchleistungen bei Kühen mit Weidegang feststellen. Weidende Milchkühe benötigen mehr Zeit für die Futteraufnahme (Oshita et al. 2008, Dohme-Meier et al. 2014) und nehmen laut Dohme-Meier et al. (2014) dabei 12 % weniger Futter auf, als mit vergleichbarer Grasqualität gefütterte Kühe im Stall. Die Weide als limitierender Faktor für die Futteraufnahme und eine daraus resultierende geringere Milchleistung wurde ebenfalls von Wilkinson et al. (2020) beobachtet.



ABILDUNG 5: Übersicht des prozentualen Anteils der pluriparen Kühe mit Ketoserisiko nach Glatz-Hoppe et al. (2020) im Jahr 2017; gruppiert nach Leistungstagen; Anzahl Pluripare: Laktationstage 6–30: AH+W = 366, LS+W = 602, LS+A = 231; Laktationstage 31–60: AH+W = 433, LS+W = 698, LS+A = 291; Laktationstage 61–100: AH+W = 566; LS+W = 861, LS+A = 394; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$); tr repräsentiert tendenzielle Unterschiede ($0,05 \leq p \leq 0,1$)

Die signifikant bessere Milchleistung kann auch an der konsequenten und gleichbleibenden Futtervorlage sowie der besser zu kontrollierenden Futteraufnahme (van Vuuren und van den Pol 2006) in Laufstallsystemen ohne Auslauf zurückzuführen sein. Im Vergleich zu Betrieben mit Weidezugang konnten van Vuuren und van den Pol (2006) die höchste Energieaufnahme bei Betrieben ohne Weide mit Frischgrasvorlage bzw. Vorlage von siliertem Gras feststellen. Egger-Danner et al. (2020) konnten einen Zusammenhang zwischen steigender Milchleistung und steigender Herdengröße feststellen. Da die Milchleistung in AH+W und LS+W trotz der signifikant unterschiedlichen Herdengrößen sehr ähnlich war, kann ein Zusammenhang zwischen steigender Milchleistung bei steigender Herdengröße in vorliegender Studie nicht bestätigt werden.

Im Komplex der Fortpflanzungsparameter waren die Ergebnisse von LS+W und LS+A gleich und mit der Grundgesamtheit der bayerischen ökologischen MLP-Kühe im Verband Naturland vergleichbar. Diese lag 2017 bayernweit im Verband Naturland für Rastzeit bei 70,3 Tagen, bei der Non-Return-Rate 90 bei 58,4 % und bei der Zwischenkalbezeit bei 388 Tagen (LKV Bayern 2017). Ausreißer in vorliegender Studie stellten die Betriebe AH+W dar, welche bei allen drei Parametern deutlich schlechtere Zahlen als der bayernweite Durchschnitt der Naturland-Kühe aufwiesen. Im Vergleich mit den Haltungssystemen LS+W und LS+A zeigte das System AH+W ebenfalls schlechtere Werte bei ZKZ und NRR 90. Dabei lag die ZKZ in AH+W signifikant über LS+W ($p = 0,007$) und LS+A ($p = 0,001$). Da in vorliegender Studie keine Daten zur Art der Besamung bzw. zu den Abgängen durch Unfruchtbarkeit vorlagen, kann in Bezug auf die NRR 90 keine Aussage über die Fruchtbarkeit der Herde getroffen werden. Aktuelle Studien zeigen, dass sich die Länge der Rastzeit und somit Zwischenkalbezeit am tierindividuellen Leistungsniveau orientieren sollte, und eine Verlängerung der Zwischenkalbezeit ab einer 305-Tage-Milchleistung von 10.000 kg Milch empfehlenswert ist (Fölsche und Staufenbiel 2014, Römer et al. 2018, 2021). Da die durchschnittlichen Leistungen in AH+W deutlich unter dieser Grenze lagen, kann hiervon nicht auszugehen sein. Badertscher (2003) konnte, vergleichbar zu vorliegender Studie, ebenfalls eine um drei Tage längere Rastzeit in Anbindehaltung und eine generell verbesserte Fruchtbarkeit in Laufställen feststellen. Ein verzögertes Einsetzen der Lutealaktivität in Anbindeställen wird in einer Studie von Petersson et al. (2006) bestätigt. Auch Sprengel (2009) stellte eine um 17 Tage längere Zwischenkalbezeit in bayerischen ökologischen Anbindehaltungsbetrieben im Vergleich zu Laufstallbetrieben fest. Eine Begründung für die schlechteren Ergebnisse im Bereich des Fortpflanzungsgeschehens in AH+W könnte die Phase der Anbindung während der Wintermonate sein. Bereits Schlichting und Smidt (1987) sowie Behrens (1987) verbanden verringerte Bewegung, verringerte soziale Interaktion und die damit verbundene geringere Interaktionsmöglichkeit zur Brunstregulation und Brunstkontrolle mit einer verringerten Fruchtbarkeit. Auch ist das Ausleben arttypischen Verhaltens während der Zeit der Anbindung nicht möglich. Da die Betriebe überwiegend Haupterwerbsbetriebe waren (AH+W: 83,9 %; LS+W: 94,7 %; LS+A: 100 %) konnte der Einfluss verringerten Zeitaufwandes für die Tierbeobachtung ausgeschlossen werden. Dennoch kann in LS+W und LS+A neben einer, nach der Literatur zu

urteilen besseren Fruchtbarkeit, auch von einem verbessertem Reproduktionsmanagement und einem besseren Besamungserfolg ausgegangen werden, da sich die Rastzeit innerhalb der Haltungssysteme gleich, sich jedoch die Zwischenkalbezeit signifikant unterschied.

Der den Stoffwechsel beschreibende Parameter Fetteiweiß-Quotient zeigte z. T. signifikante Differenzen zwischen den unterschiedlichen Haltungssystemen. Der FEQ aller betrachteten Kühe lag 2017 in LS+W signifikant über dem FEQ in AH+W und LS+A, wobei die Signifikanz, trotz der geringen Differenz mit 0,01, mit der großen Datenmenge erklärbar ist. Dennoch konnten am Tag der Milchprobe bei mehr Kühen in AH+W- und LS+W- als in LS+A-Betrieben eine Futterenergieunterversorgung festgestellt werden. Verdeutlicht wurde dies bei der Identifizierung ketosegefährdeter Kühe nach dem Schema von Glatz-Hoppe et al. (2020). In vorliegender Studie zeigten sich in allen Haltungssystemen vor allem frischlaktierende Kühe als ketosegefährdet. Während der ersten 30 Laktationstage konnte bei Erstlaktierenden in AH+W und LS+W bei rund 31 % und in LS+A bei rund 23 % eine ketotische Stoffwechsellaage festgestellt werden. Vergleichbare Werte konnten Bergk und Swalve (2011), jedoch mit der Definition eines Ketoseverdachts bei $\text{FEQ} > 1,5$, feststellen. Die erhöhte Prävalenz von Ketose innerhalb des ersten Laktationsdrittels wird in der Literatur beschrieben (Gantner et al. 2016, Youssef und El-Ashker 2017). Auffällig bei der Betrachtung der vorliegenden Daten war, dass der prozentuale Anteil ketosegefährdeter primi- und pluriparer Kühe im Haltungssystem LS+A geringer war und zudem im Verlauf der zwei darauffolgenden Probemelkungen schneller sank, als bei den Haltungssystemen AH+W und LS+W. Möglicherweise waren hierfür ein höherer maximaler Kraftfuttereinsatz sowie die gleichmäßigere Futtervorlage bei den intensiver wirtschaftenden LS+A-Betrieben verantwortlich. Eine bessere Futteraufnahme bei Betrieben ohne Weide wird auch bei van Vuuren und van den Pol (2006) und Dohme-Meier et al. (2014) beschrieben. Breer et al. (2006) konnten einen höheren FEQ bei ökologischen Betrieben mit einem hohen Grünlandanteil und geringem Kraftfuttereinsatz im Gegensatz zu ökologischen Betrieben mit einem höheren Kraftfuttereinsatz und einem höheren Kleeanteil in der Ration feststellen. Obwohl der Energiewert von Gras hoch ist, reicht oftmals die tägliche Futteraufnahme nicht aus, den Energiebedarf einer hochleistenden Kuh zu decken (van Vuuren und van den Pol 2006). Zudem benötigen Kühe auf der Weide im Gegensatz zu Kühen im Stall mehr Energie für die physische Aktivität während der Futteraufnahme (Kaufmann et al. 2011, Dohme-Meier et al. 2014). Diese fehlende Energie könnte die negative Energiebilanz begünstigen und so den erhöhten Anteil ketosegefährdeter Kühe in AH+W und LS+W erklären.

Dennoch wird vor allem Weidefläche bei Milchvieh gesellschaftlich als äußerst positiv bewertet (Dauer-mann und Kussin 2020) und kann sich laut Wagner et al. (2017) und Bartussek (1999) bei sachgerechtem Management positiv auf das Tierwohl auswirken. Das System AH+W ist, trotz der Weidemöglichkeit während der Vegetationsperiode, in Bezug auf die Tiergerechtigkeit jedoch als kritisch zu betrachten, wenn man die geringe Auslaufnutzung im Winter miteinbezieht.

Weitergehende Untersuchungen zu Tierwohl sowie zur Gliedmaßen-gesundheit in den beschriebenen Hal-

tungssystemen werden in der Dissertation von Göttl (2022, in Vorbereitung) durchgeführt.

Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit konnte anhand von standardisiert erhobenen Parametern zu Milchleistung, Fortpflanzungsgeschehen und Stoffwechselsituation der Herde dargestellt werden, dass verschiedene Haltungssysteme in der ökologischen Milchviehhaltung zumindest teilweise einen Zusammenhang mit den analysierten Parametern aufwiesen.

Es wurde ersichtlich, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem Haltungssystem Laufstall mit Auslauf und der Milchleistung sowie der Stoffwechselgesundheit bestand. Die Betriebe mit Weidezugang (AH+W und LS+W) waren in Bezug auf die Parameter Milchleistung, FEQ und Ketoserisiko bei Kühen vergleichbar, lagen jedoch in Bezug auf die Milchleistung unter dem Niveau von LS+A. Aus der Sicht einer besseren Tiergerechtigkeit ist mehr Auslauf und Weidehaltung wünschenswert, auch wenn dadurch eine geringere Leistung in Kauf genommen werden muss.

Ethische Anerkennung

Die Autoren versichern, während des Entstehens der vorliegenden Arbeit, die allgemeingültigen Regeln guter wissenschaftlicher Praxis befolgt zu haben.

Conflict of interest

Die Autoren versichern, dass keine geschützten, beruflichen oder anderweitigen persönlichen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

Finanzierung

Nicht zutreffend.

Autorenbeitrag

Konzeption oder Design der Arbeit: P.H., E.Z., M.G., S.S.
Datenerhebung: P.H., M.G.
Datenanalyse: P.H., M.K., C.S-L., F.V., C.H.
Interpretation: P.H., C. S-L.
Manuskriptentwurf: P.H.
Kritische Revision des Artikels: E.Z., E.R., C. S-L.
Endgültige Zustimmung der für die Veröffentlichung vorgesehenen Version: E.R., E.Z., C.S-L.

Literatur

ADR (2001): ADR-Empfehlung 1.4 zum Ausscheiden unwahrscheinlicher Ergebnisse bei der Feststellung der Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, Bonn.

Armbrrecht L (2017): Einfluss des Weideangebotes auf Wohlbefinden, Gesundheit und Leistung von Milchkühen. Göttingen,

Georg-August-Universität, Lehrstuhl für Produktionssysteme der Nutztiere, Dissertation.

Bachstein J (2016): Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Höhe der Einsatzleistung von Holstein-Friesian-Kühen und deren Beziehung zur Milchleistung in der Folgelaktation. Berlin, Freie Universität Berlin, Klinik für Kleintiere des Fachbereichs Veterinärmedizin, Dissertation.

Badertscher R (2003): Tierwohl und Wirtschaftlichkeit: ein Widerspruch? In: Dabbert S, Grosskopf W, Heidhues F, Zeddis J (Hrsg.), Perspektiven in der Landnutzung. Regionen, Landschaften, Betriebe; Entscheidungsträger und Instrumente. 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (GEWISOLA) 2003 in Hohenheim. Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup, 525–534.

Barletta RV, Maturana Filho M, Carvalho PD, Del Valle TA, Netto AS, Rennó FP, Mingoti RD, Gandra JR, Mourão GB, Fricke PM, Sartori R, Madureira EH, Wiltbank MC (2017): Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology* 104: 30–36. DOI 10.1016/j.theriogenology.2017.07.030.

Bartussek H (1999): Die Weidehaltung von Milchkühen aus der Sicht des Tierschutzes. In: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Hrsg.), 5. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Weidewirtschaft“. 18. und 19. März 1999 an der BAL Gumpenstein. Bericht. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding, 7–14.

Behrens H (1987): Haltungssysteme Milchvieh – Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze. KTBL, Darmstadt.

Benecke C (2019): Klee statt Soja? DLG-Mitteilungen 2019: 71.

Bergk N, Swalve HH (2011): Der Fett-Eiweiß-Quotient in der Frühlaktation als Indikator für den Verbleib von Erstkalbinnen in der Milchkuhherde. *Züchtungskd* 83: 89–103.

Bortz J, Schuster C (2016): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Extras online. Limitierte Sonderausgabe, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

Breer D, Tholen E, Südekum K-H (2006): Status-quo-Analyse: Datenauswertung zur Fütterungssituation und zum Leistungsgeschehen von Milchkühen im ökologischen Landbau-Weiterentwicklung von Fütterungsempfehlungen.

Breves G (2020): Zukunftsfähige Konzepte für die Zucht und Haltung von Milchvieh im Sinne von Tierschutz, Ökologie und Ökonomie. *Züchtungskd* 92: 57–75.

Busch W (Hrsg.) (2004): Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. 163 Tabellen. Parey, Stuttgart.

Dalton TJ, Parsons R, Kersbergen R, Rogers G (2008): B851: A Comparative Analysis of Organic Dairy Farms in Maine and Vermont: Farm Financial Information from 2004 to 2006. Maine Agricultural and Forest Experiment Station Bulletin 851.

Dauermann A, Kussin M (2020): Anbindehaltung und Weidegang von Milchkühen zwischen öffentlicher Polarisierung und wissenschaftlicher Differenzierung – Eine Analyse verbandspolitischer Argumentationen. *Austrian J Agricult Econom Rural Studies* 29.19: 161–167.

Destatis (2019): Statistisches Jahrbuch 2019. Kapitel 19 Land- und Forstwirtschaft. Tabelle 19.13.1 Rinder. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 495.

Dohme-Meier F, Kaufmann LD, Görs S, Junghans P, Metges CC, van Dorland HA, Bruckmaier RM, Mürger A (2014): Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical

- activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *Livest Sci* 162: 86–96. DOI 10.1016/j.livsci.2014.01.006.
- Dorfner G, Zenger X (2017):** Forschungsprojekt „Analyse der Struktur der Milchviehbetriebe mit Anbindehaltung in Bayern“. Abschlussbericht, Freising-Weihenstephan.
- Egger-Danner C, Köck A, Fuchs K, Grassauer B, Fuerst-Waltl B, Obritzhauser W (2020):** Use of benchmarking to monitor and analyze effects of herd size and herd milk yield on cattle health and welfare in Austrian dairy farms. *J Dairy Sci* 103: 7598–7610. DOI 10.3168/jds.2019-16745.
- Fölsche C, Staufienbiel R (2014):** Milchleistung und Umweltfaktoren. Multiple Regressionsanalyse über die Beziehungen der Milchleistungshöhe zur Eutergesundheit, Fruchtbarkeit und Remontierungsrate. *Tierarztl Prax Ausg G* 42: 69–78.
- Friggens NC, Berg P, Theilgaard P, Korsgaard IR, Ingvarsen KL, Lovendahl P, Jensen J (2007):** Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: evidence of genetically driven body energy change. *J Dairy Sci* 90: 5291–5305. DOI 10.3168/jds.2007-0173.
- Gantner V, Bobić T, Potočnik K (2016):** Prevalence of metabolic disorders and effect on subsequent daily milk quantity and quality in Holstein cows. *Arch Anim Breed* 59: 381–386. DOI 10.5194/aab-59-381-2016.
- Gazzarin C, Höltschi M, Agroscope IN, Natur B (2014):** Wirtschaftlichkeit von Weidehaltung und Stallhaltung im Vergleich. In: Reidy B, Gregis B, Thomet P (Hrsg.), *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Internationale Weidetagung, Zollikofen, Schweiz, 21. bis 22. August 2014, 17–22.
- Glatz-Hoppe J, Mohr E, Losand B (2019a):** Nutzung von Milchinhaltsstoffen zur Beurteilung der Versorgungssituation von Milchkühen. 2. Mitteilung: Bewertungsschema zur Beurteilung der Inhaltsstoffe auf Betriebsebene. *Züchtungskd* 6: 449–473.
- Glatz-Hoppe J, Onken E, Eggert A, Mohr E, Losand B (2019b):** Nutzung von Milchinhaltsstoffen zur Beurteilung der Versorgungssituation von Milchkühen. 1. Mitteilung: Milchleistung und Inhaltsstoffe deutscher Milchrindrassen im Vergleich. *Züchtungskd* 6: 423–448.
- Glatz-Hoppe J, Boldt A, Spiekens H, Mohr E, Losand B (2020):** Relationship between milk constituents from milk testing and health, feeding, and metabolic data of dairy cows. *J Dairy Sci* 103: 10175–10194. DOI 10.3168/jds.2019-17981.
- Göttl M (2022, in Vorbereitung):** Einfluss unterschiedlicher Haltungssysteme auf wesentliche Tierwohl- und Leistungsparameter bei Milchkühen in bayerischen Naturlandbetrieben. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Dissertation.
- Hadatsch S, Kratochvil R, Vabitsch A, Freyer B (2000):** Potenziale der biologischen Landwirtschaft zur Entlastung des Natur- und Landschaftshaushaltes im Marchfeld. <https://orgprints.org/4121/> (Zugriff 20.07.2021).
- Harder I, Stamer E, Junge W, Thaller G (2019):** Lactation curves and model evaluation for feed intake and energy balance in dairy cows. *J Dairy Sci* 102: 7204–7216. DOI 10.3168/jds.2018-15300.
- Horn M, Knaus W, Kirner L, Steinwider A (2013):** Betriebswirtschaftliches Potential der Nutzungsdauer von Milchkühen in der biologischen Landwirtschaft. Fachtagung für biologische Landwirtschaft: 89–91.
- Kaniber M (2021):** Landwirtschaft 2030: nachhaltig, smart, fair. Regierungserklärung. 20.05.2021. https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/regierungserklaerung2021_brosch_a4.pdf. (Zugriff 20.07.2021)
- Kaufmann LD, Münger A, Rérat M, Junghans P, Görs S, Metges CC, Dohme-Meier F (2011):** Energy expenditure of grazing cows and cows fed grass indoors as determined by the ^{13}C bicarbonate dilution technique using an automatic blood sampling system. *J Dairy Sci* 94: 1989–2000. DOI 10.3168/jds.2010-3658.
- Kleen J (2012):** Die ökonomische Dimension der Fruchtbarkeit – Ansätze für Tierärzte im Milchviehsektor. *Veterinär Spiegel* 22: 37–41. DOI 10.1055/s-0031-1298266.
- Ledinek M, Gruber L (2014):** Erhebungen von Körpermaßen und BCS im Laktationsverlauf und ihre Beziehungen zu Lebendmasse und Energiebilanz, 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung gemäß Fortbildungsplan des Bundes. Milchmarkt, Kälberaufzucht, Milchproduktion, Mutterkuh, Grundfutter. 09. und 10. April 2014. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 31–44.
- Lfl (2021):** Lfl. Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Futterbau/ Substraterzeugung – ökologisch. <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html> (Zugriff 17.04.2021).
- LKV Bayern (2009):** Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2009. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2009.pdf (Zugriff 15.02.2021).
- LKV Bayern (2017):** Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2017. <http://www.lkv.bayern.de/lkv/veroeffentlichungen.html> (Zugriff 15.02.2021).
- LKV Bayern (2019):** Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2019. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2019.pdf (Zugriff 15.02.2021).
- March S, Brinkmann J, Müller J, Winckler C (2017):** Welchen Einfluss hat der Weidegang auf die Gesundheit von Milchkühen? Erste Ergebnisse von Auswertungen umfangreicher Praxiserhebungen in der ökologischen Milchviehhaltung. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), *Ökologischen Landbau weiterdenken. Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken*. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan, 7. bis 10. März 2017. Verlag Dr. Köster, Berlin, 546–549.
- Miglior E, Pizzi F, Guaita N (1998):** Effect of environmental factors on non return rate in Italian Holstein-Friesians. *Interbull* 18: 106–108.
- Mostert PF, Bokkers EAM, van Middelaar CE, Hogeveen H, Boer IJM de (2018):** Estimating the economic impact of subclinical ketosis in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Animal* 12: 145–154. DOI 10.1017/S1751731117001306.
- Oshita T, Sudo K, Nonaka K, Kume S, Ochiai K (2008):** The effect of feed regimen on chewing time, digesta passage rate and particle size distribution in Holstein non-lactating cows fed pasture ad libitum. *Livestock Sci* 113: 243–250. DOI 10.1016/j.livsci.2007.04.001.
- Petersson K-J, Strandberg E, Gustafsson H, Berglund B (2006):** Environmental effects on progesterone profile measures of dairy cow fertility. *Anim Reprod Sci* 91: 201–214. DOI 10.1016/j.anireprosci.2005.04.010.
- Rauch P, Brinkmann J, March S, Volling O, Weiler M, Weiß M, Drerup C, Mersch E, Spiekens H (2011):** Fütterung auf den Praxisbetrieben im Verlauf der Interventionsstudie Gesundheit und Leistung in der ökologischen Milchviehhaltung – Ausgangssituation Einfluss auf die Tiergesundheit, Gießen.

- Ribeiro ES, Lima FS, Greco LE, Bisinotto RS, Monteiro APA, Favoreto M, Ayres H, Marsola RS, Martinez N, Thatcher WW, Santos JEP (2013): Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *J Dairy Sci* 96: 5682–5697. DOI 10.3168/jds.2012-6335.
- Roche JR, Berry DP, Kolver ES (2006): Holstein-Friesian Strain and Feed Effects on Milk Production, Body Weight, and Body Condition Score Profiles in Grazing Dairy Cows. *J Dairy Sci* 89: 3532–3543. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72393-1.
- Römer A, Boldt A, Harms J (2018): Fruchtbarkeit auf neuen Wegen. In: Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater (WGM) e. V (Hrsg.), Tagungsband / 19. Jahrestagung der WGM: 16.–18. Oktober 2018 am Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) Dummerstorf. WGM, Potsdam.
- Römer A, Harms J, Boldt A, Losand B, Sanftleben P (2021): Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit beim Milchrind. Voluntary prolonged waiting period in dairy cows. In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2021, Raumberg-Gumpenstein 24.–25. März 2021, 9–19.
- Santos JEP, Bisinotto RS, Ribeiro ES (2016): Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. *Theriogenology* 86: 254–262. DOI 10.1016/j.theriogenology.2016.04.038.
- Schlichting MC, Smidt D (1987): Haltungssysteme Milchvieh – Vergleich, Bewertung, Verbesserungsansätze. Subkriterium „Tierverhalte“. KTBL, Darmstadt.
- Sebald C (2021): Der Landtag debattierte über das Tierwohl in der Landwirtschaft. Expertenanhörung zum Tierwohl. Süddeutsche Zeitung/kafe.
- Spohr M (2009): Interpretation von Milchleistungsdaten zur Überwachung der Fütterung, Stoffwechsel- und Eutergesundheit. *Veterinär Spiegel* 19: 160–162. DOI 10.1055/s-0029-1185978.
- Sprengel D (2009): Anbindehaltung bei Milchkühen in Bayern. Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V.
- Statista (2019): Milchleistung je Kuh in Deutschland in den Jahren 1900 bis 2018 (in Kilogramm). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153061/umfrage/durchschnittlicher-milchertrag-je-kuh-in-deutschland-seit-2000/> (Zugriff 29.10.2019).
- Staufenbiel R (2004): Stoffwechselerkrankung. In: Busch W (Hrsg.), Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. 163 Tabellen. Parey, Stuttgart, 334–363.
- van Kneegsel A, van den Brand H, Dijkstra J, van Straalen WM, Heetkamp M, Tamminga S, Kemp B (2007): Dietary Energy Source in Dairy Cows in Early Lactation: Energy Partitioning and Milk Composition. *J Dairy Sci* 90: 1467–1476. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(07)71632-6.
- van Vuuren, van den Pol A (2006): Grazing systems and feed supplementation, Fresh Herbage for Dairy Cattle: the Key to a Sustainable Food Chain. Springer, Netherlands, 85–101.
- Vlček M, Candrák J, Kasandra R (2016): Fat-to-protein ratio: Evaluation of metabolic disorders and milk yield. *Acta Agriculturae Slovenica* 5: 76–79.
- VO (EG) Nr. 889/2008 (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle, ABl. Nr. L 250 vom 18.09.2008, 1.
- VO (EU) Nr. 2018/848 (2018): Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates.
- Wagner K, Brinkmann J, March S, Hinterstoßer P, Warnecke S, Schüler M, Paulsen H (2017): Welchen Einfluss hat der Weidegang auf das Tierwohl von Milchkühen? Erste Ergebnisse des Welfare Quality® Protokolls bei ganzjähriger Stallhaltung und Sommerweidegang. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), Ökologischen Landbau weiterdenken. Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken: Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan, 7. bis 10. März 2017. Verlag Dr. Köster, Berlin, 514–517.
- Wilkinson JM, Lee MRF, Rivero MJ, Chamberlain AT (2020): Some challenges and opportunities for grazing dairy cows on temperate pastures. *Grass Forage Sci* 75: 1–17. DOI 10.1111/gfs.12458.
- Youssef M, El-Ashker M (2017): Significance of insulin resistance and oxidative stress in dairy cattle with subclinical ketosis during the transition period. *Trop Anim Health Prod* 49: 239–244. DOI 10.1007/s11250-016-1211-6.

Korrespondenzadresse

Paula Heine
Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärwissenschaftliches Department
Veterinärstr. 13/R
80539 München
Paula.heine@web.de

5 Erweiterte Ergebnisse

– Horizontaler Vergleich ökologischer und konventioneller Haltungssysteme

5.1 Auswertung jährlich erhobener Stichtagsdaten des LKV Bayern – Milchleistungsparameter

Bei den Milchleistungsparametern wurden die Daten zur 305-Tage-Milchleistung, dem Fettanteil in der Milch und dem Eiweißanteil in der Milch ausgewertet. Zusätzlich wurden die Parameter 100-Tage-Leistung Milch (kg) und 100-Tage-Leistung MilCHFett (kg) der Erstlaktierenden ausgewertet. Als Datenbasis der 305-Tage-Milchleistung, MilCHFett (%) und Milcheiweiß (%) dienten die Stichtagsdaten des LKV Bayern auf Betriebsebene, bei den Parametern 100-Tage-Leistung Milch (kg) und 100-Tage-Leistung MilCHFett (kg) dienten die MLP Daten, jeweils dokumentiert als Einzeltierleistung.

5.1.1 Mittlere 305-Tage-Milchleistung

Die mittlere 305-Tage-Milchleistung (kg) unterschied sich statistisch signifikant innerhalb der ökologischen Haltungssysteme (vgl. Abbildung 3 und Tabelle 5). Dabei glichen sich AH+W und LS+W ($p = 0,640$) und unterschieden sich jeweils statistisch signifikant von LS+A ($p = 0,001$; bzw. $p < 0,001$). Auffallend war, dass die ökologischen Laufstallbetriebe mit Auslauf und die konventionellen Laufstallbetriebe mit Auslauf im Mittelwert über die drei Jahre tendenziell vergleichbare Milchleistungen zeigten ($p = 0,051$). Über die Jahre blieb in den ökologischen Haltungssystemen das 305-Tage-Milchleistungsniveau konstant. In Konv war zwischen 2015 und 2016 ein tendenzieller Anstieg zu sehen ($p = 0,091$).

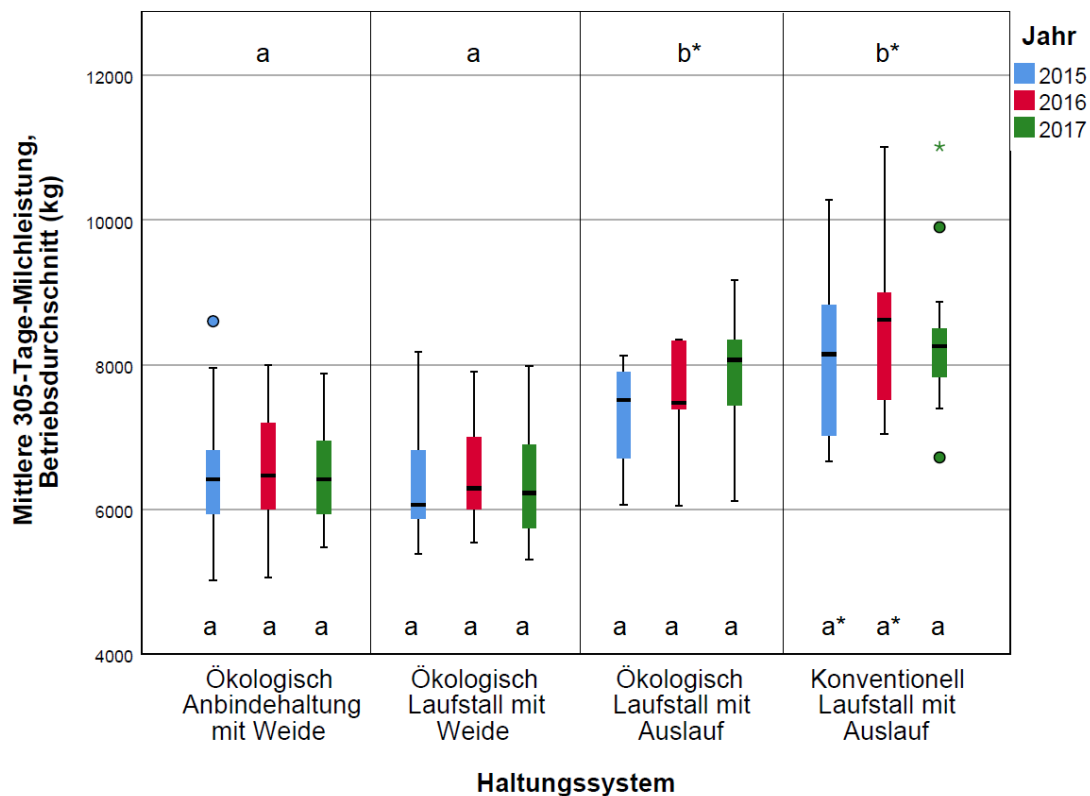


Abbildung 3: Mittlere 305-Tage-Milchleistung auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit $* 0,10 > p > 0,05$; $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$

Tabelle 5: Mittlere 305-Tage-Milchleistung auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV

Milchleistungsparameter	Hal-tungs-form	n	Mittelwert ¹ ± StAB	Min	Max
Mittlere 305-Tage-Milchleistung (kg), Betriebsdurchschnitt	AH+W	91	6.497,9 ^a ± 758,0	5.021	8.601
	LS+W	56	6.403,5 ^a ± 721,5	5.309	8.181
	LS+A	21	7.577,1 ^{b*} ± 876,4	6.053	9.174
	Konv	51	8.289,8 ^{b*} ± 1.025,1	6.661	11.016

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$; tendenzielle Unterschiede mit $* 0,10 > p > 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv. = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf

5.1.2 Mittlerer Milchfettgehalt

Im Mittel über die Jahre glich sich der mittlere Milchfettgehalt in AH+W und LS+W ($p = 0,325$), AH+W und LS+A ($p = 0,659$) sowie AH+W und Konv ($p = 0,133$). Statistisch signifikante Unterschiede waren zwischen LS+W und Konv zu sehen ($p = 0,034$), ein tendenzieller Unterschied zwischen Konv und LS+A ($p = 0,082$). Eine positive Entwicklung innerhalb der einzelnen Haltungssysteme im Verlauf der Jahre war in der Gruppe Konv zwischen den Jahren 2015 und 2016 ($p = 0,034$) zu sehen, das Niveau sank in Konv 2017 wieder auf das im Jahr 2015 (vgl. Abbildung 4, Tabelle 6).

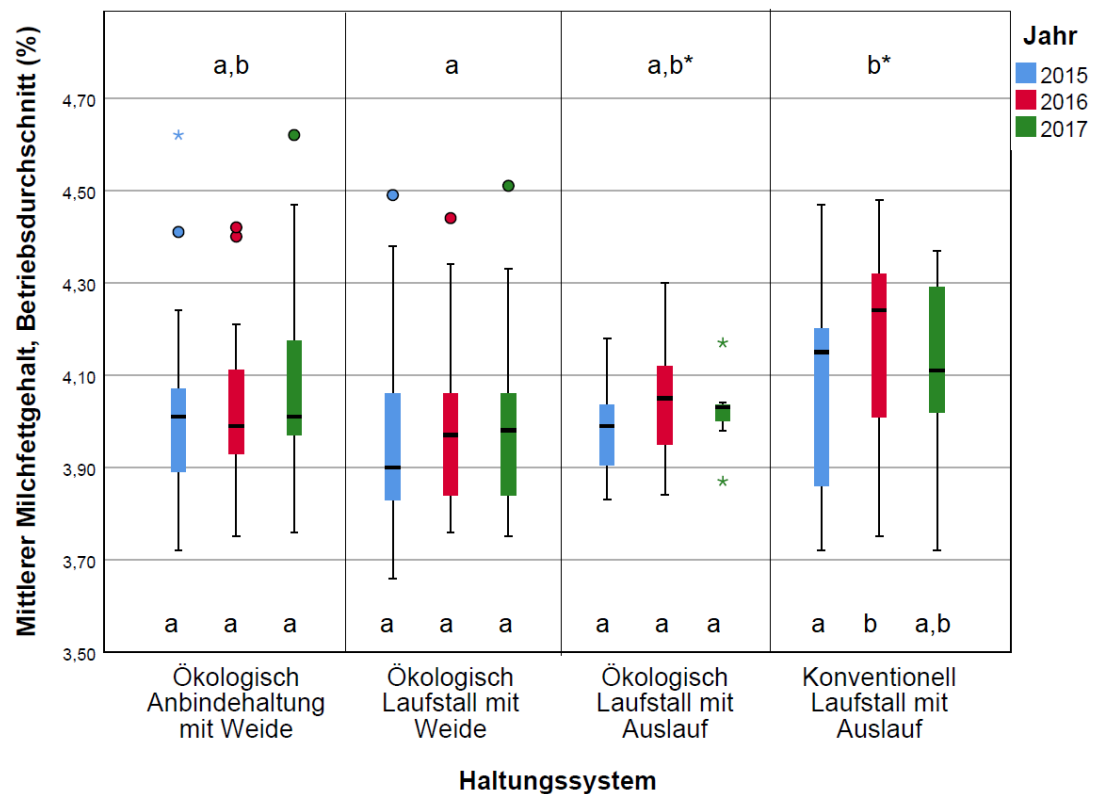


Abbildung 4: Mittlerer Milchfettgehalt (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit * $0,10 > p > 0,05$; $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$

Tabelle 6: Mittlerer MilCHFettgehalt auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV

Milchleitungs- parameter	Haltungs- form	n	Mittelwert ¹ ± StAB	Min	Max
Mittlerer Milchfettgehalt (%), Betriebsdurchschnitt	AH+W	91	4,03 ^{a,b} ± 0,18	3,72	4,62
	LS+W	56	3,99 ^a ± 0,20	3,66	4,51
	LS+A	21	4,02 ^{a,b*} ± 0,12	3,83	4,30
	Konv	51	4,12 ^{b*} ± 0,21	3,72	4,48

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$; tendenzielle Unterschiede mit * $0,10 > p > 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv. = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf

5.1.3 Mittlerer Milcheiweißgehalt

Der mittlere Milcheiweißgehalt der konventionellen Betriebe lag über die Jahre 2015–2017 über dem der ökologischen Betrieben ($p < 0,001$, vgl. Abbildung 5 und Tabelle 7), die ökologischen Betriebe glichen sich. Der mittlere Milcheiweißgehalt stieg bei den Haltungssystemen LS+W, LS+A und Konv vom Jahr 2015 auf das Jahr 2016 statistisch signifikant an ($p < 0,05$).

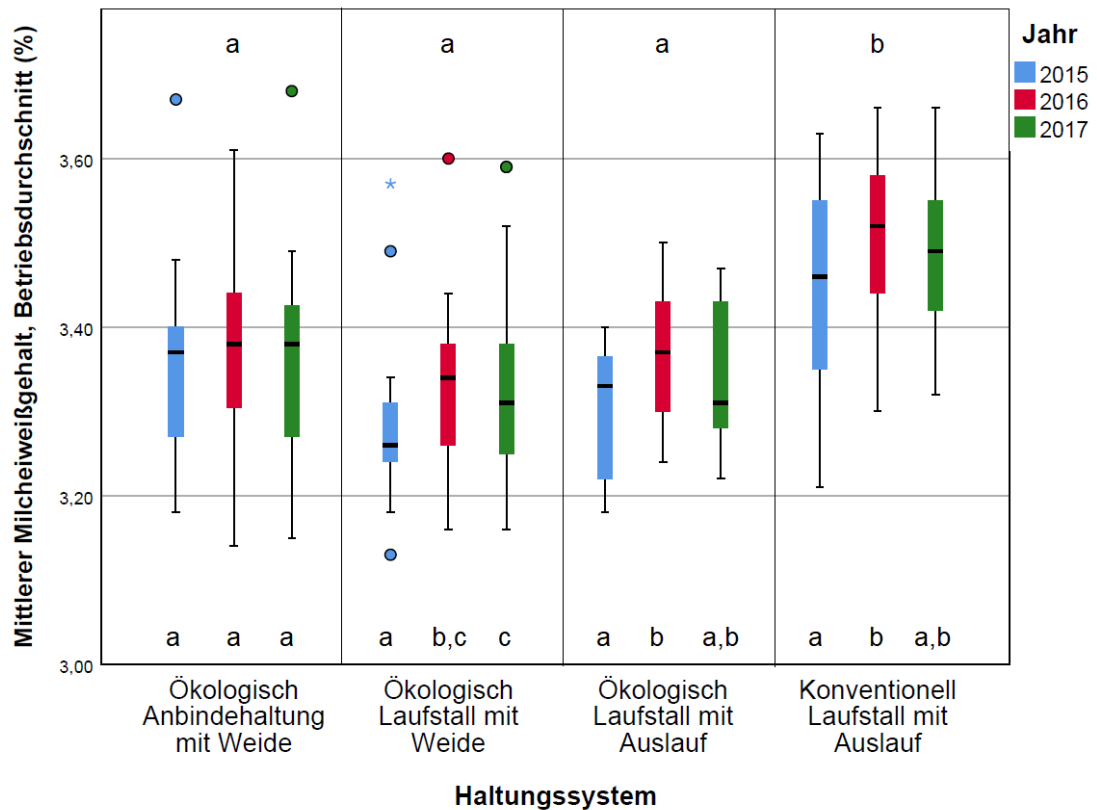


Abbildung 5: Mittlerer Milcheiweißgehalt (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); $n_{AH+W} = 91$; $n_{LS+W} = 56$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 51$

Tabelle 7: Mittlerer Milcheiweißgehalt auf Betriebsebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV

Milchleitungs- parameter	Haltungs- form	n	Mittelwert ¹ ± StAB	Min	Max
Mittlerer Milcheiweißgehalt, Betriebsdurchschnitt (%)	AH+W	91	3,36 ^a ± 0,11	3,14	3,68
	LS+W	56	3,33 ^a ± 0,11	3,21	3,66
	LS+A	21	3,34 ^a ± 0,09	3,18	3,50
	Konv	51	3,48 ^b ± 0,11	3,21	3,66

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv. = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf

5.2 Auswertung monatlich erhobener Milchleistungsprüfungsdaten des LKV Bayern – Milchleistungsparameter

5.2.1 Mittlere 100-Tage-Leistung Milch der Erstlaktierenden

Vergleichbar mit der 305-Tage-Milchleistung auf Betriebsebene zeigte sich bei der Auswertung der 100-Tage-Leistung Milch (kg) bei Erstlaktierenden, dass die Leistung in LS+A statistisch signifikant über der Leistung der Weidehaltungsbetrieben AH+W und LS+W lag (je $p < 0,001$; vgl. Tabelle 8). LS+W Betriebe konnten die 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden vom Jahr 2015 auf 2017 tendenziell steigern ($p = 0,069$). Auch konnten die LS+A-Betriebe die 100-Tage-Leistung Milch (kg) vom Jahr 2015 bzw. 2016 auf 2017 steigern ($p = 0,017$; $p = 0,064$). Die 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden des Haltungssystems Konv lag statistisch signifikant über dem Niveau der ökologischen Haltungssysteme. Im Verlauf der Jahre konnte die Gruppe Konv die 100-Tage-Leistung Milch (kg) von 2015 auf 2016 statistisch signifikant steigern ($p = 0,031$). Im Jahr 2017 fiel die Leistung wieder auf das Niveau von 2015 (vgl. Abbildung 6).

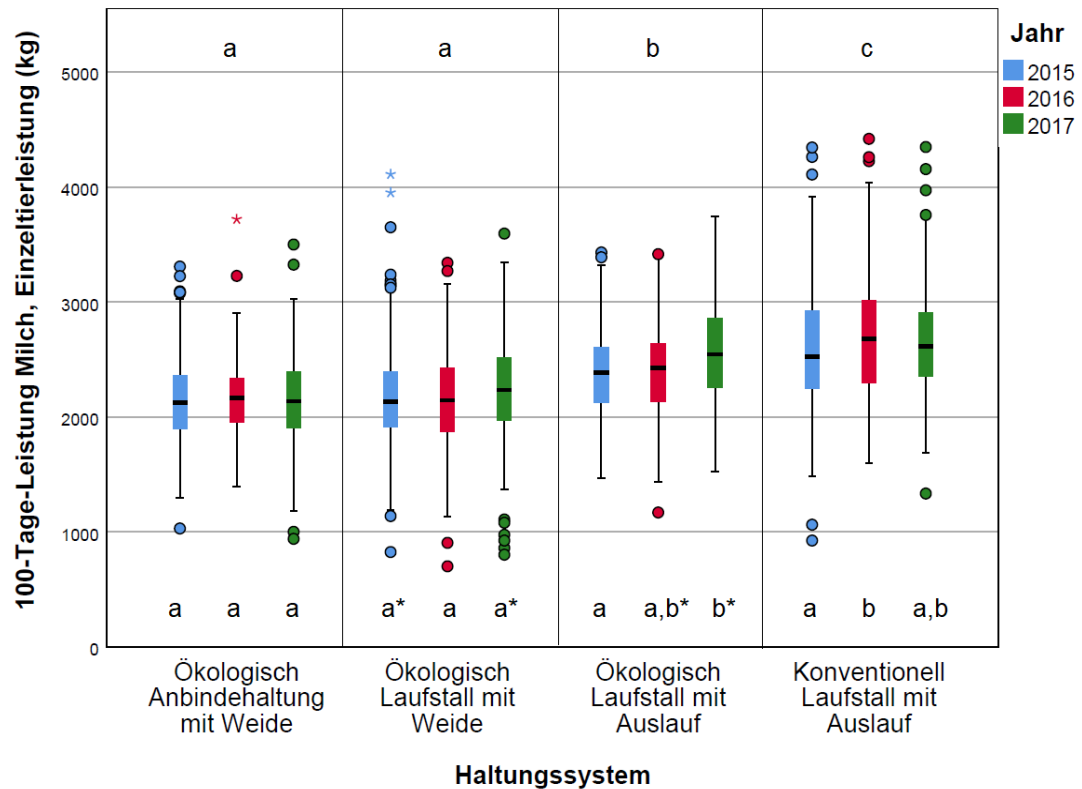


Abbildung 6: Mittlere 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit * $0,10 > p > 0,05$; mit $n_{AH+W} = 582$; $n_{LS+W} = 819$; $n_{LS+A} = 367$; $n_{Konv} = 968$;

Tabelle 8: Mittlere 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017

Milch-leistungs-parameter	Haltungs-form	n	Mittelwert ¹ ± StAB	Min	Max	p-Wert	
100-Tage-Leistung Milch (kg)	AH+W	582	2.156,5 ^a ± 368,4	941	3.721	0	<0,001
	LS+W	819	2.173,6 ^a ± 431,9	702	4.112	0,678	<0,001
	LS+A	367	2.431,7 ^b ± 403,1	1.170	3.742	<0,001	0,005
	Konv	968	2.629,9 ^c ± 487,2	926	4.420	<0,001	0

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologischer Laufstall mit Weide; LS+A = ökologischer Laufstall mit Auslauf; Konv. = konventioneller Laufstall mit Auslauf; 0 Redundant gesetzt

5.2.2 Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett der Erstlaktierenden

Die mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden lag bei den Konv-Betrieben im Durchschnitt der drei Jahre statistisch signifikant höher als die der ökologisch bewirtschafteten Betriebe (vgl. Tabelle 9). Im ökologischen Bereich unterschied sich die 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden in LS+A statistisch signifikant zu AH+W und LS+W ($p < 0,001$; bzw. $p = 0,001$). Die 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden glich sich in AH+W und LS+W. In LS+W stieg die 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) von 2015 auf 2017 statistisch signifikant ($p = 0,028$) und von 2016 auf 2017 tendenziell ($p = 0,091$) an. Vergleichbar mit LS+W stieg in LS+A die 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden von 2015 auf 2017 statistisch signifikant ($p = 0,004$) und von 2016 auf 2017 tendenziell ($p = 0,050$) an. Die konventionellen Betriebe konnten die 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) von 2015 auf 2016 statistisch signifikant steigern ($p = 0,017$) und auch im Jahr 2017 auf diesem Niveau halten (vgl. Abbildung 7).

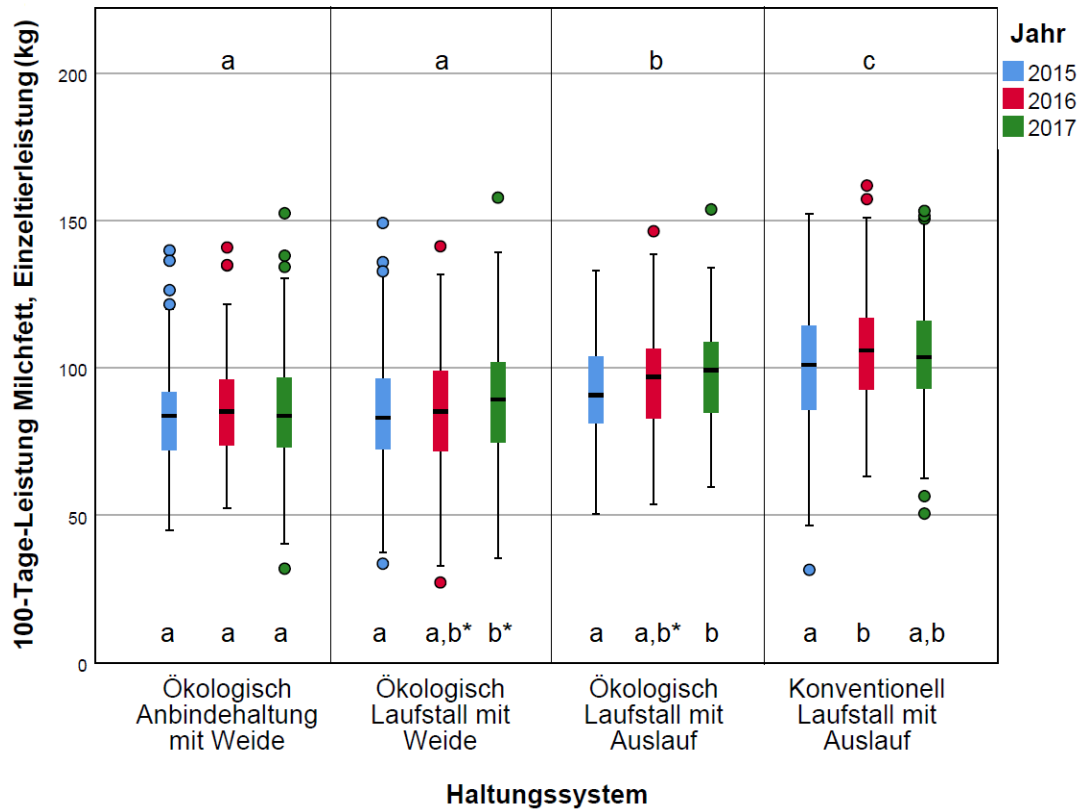


Abbildung 7: Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$) tendenzielle Unterschiede mit $0,10 > p > 0,05$; $n_{AH+W} = 582$; $n_{LS+W} = 819$; $n_{LS+A} = 367$; $n_{Konv} = 968$

Tabelle 9: Mittlere 100-Tage-Leistung Milchfett (kg) der Erstlaktierenden auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV

Milchleistungsparameter	Haltungsform	n	Mittelwert ¹ ± StAB	Min	Max	p-Wert	
100-Tage-Leistung Milchfett (kg)	AH+W	582	84,7 ^a ± 17,4	31,9	152,5	0	<0,001
	LS+W	819	86,1 ^a ± 19,4	27,2	157,8	0,469	<0,001
	LS+A	367	94,4 ^b ± 17,2	50,5	153,8	<0,001	<0,001
	Konv.	968	103,5 ^c ± 19,3	31,5	161,9	<0,001	0

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologischer Laufstall mit Weide; LS+A = ökologischer Laufstall mit Auslauf; Konv. = konventioneller Laufstall mit Auslauf; 0 Redundant gesetzt

5.3 Auswertung monatlich erhobener Milchleistungsprüfungsdaten des LKV Bayern – Fett-Eiweiß-Quotient

Es konnte ein Zusammenhang zwischen Haltungssystem und FEQ festgestellt werden. Innerhalb der ökologischen Haltungssysteme unterschied sich der FEQ in AH+W zu LS+W und LS+A statistisch signifikant ($p = 0,017$; bzw. $p = 0,011$). In LS+W und LS+A glich sich der FEQ über die Jahre 2015–2017 ($p = 0,495$). Der FEQ lag in den Betrieben Konv statistisch signifikant unter dem der ökologischen Haltungssysteme (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) nach Haltungssystem auf Einzeltierebene mit Standardabweichung, ökologische und konventionelle Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP des LKV

Parameter	Haltungssystem	n	Mittelwert ¹ ± StAB	p-Wert	
FEQ nach Haltung	AH+W	18.660	1,20 ^a ± 0,21	0	0,032
	LS+W	25.011	1,21 ^b ± 0,21	0,017	<0,001
	LS+A	11.055	1,21 ^b ± 0,21	0,011	<0,001
	Konv	26.374	1,19 ^c ± 0,20	0,032	0

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf; 0 Redundant gesetzt

5.3.1 Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit der Laktationen

Im Vergleich der einzelnen Laktationen war ein Einfluss des Haltungssystems jeweils in den ersten drei Laktationen erkennbar. Der FEQ der Kühe in den Haltungssystemen LS+W und LS+A glichen sich über alle Laktationen, wohingegen der FEQ der Kühe in konventionellen Betrieben in den ersten drei Laktationen einen statistisch signifikant geringeren FEQ aufwies, als der von ökologisch gehaltenen Kühen ($p < 0,05$). Ab der vierten Laktation konnte kein Zusammenhang zwischen dem FEQ und dem Haltungssystem mehr festgestellt werden (vgl. Abbildung 8, Tabelle 11).

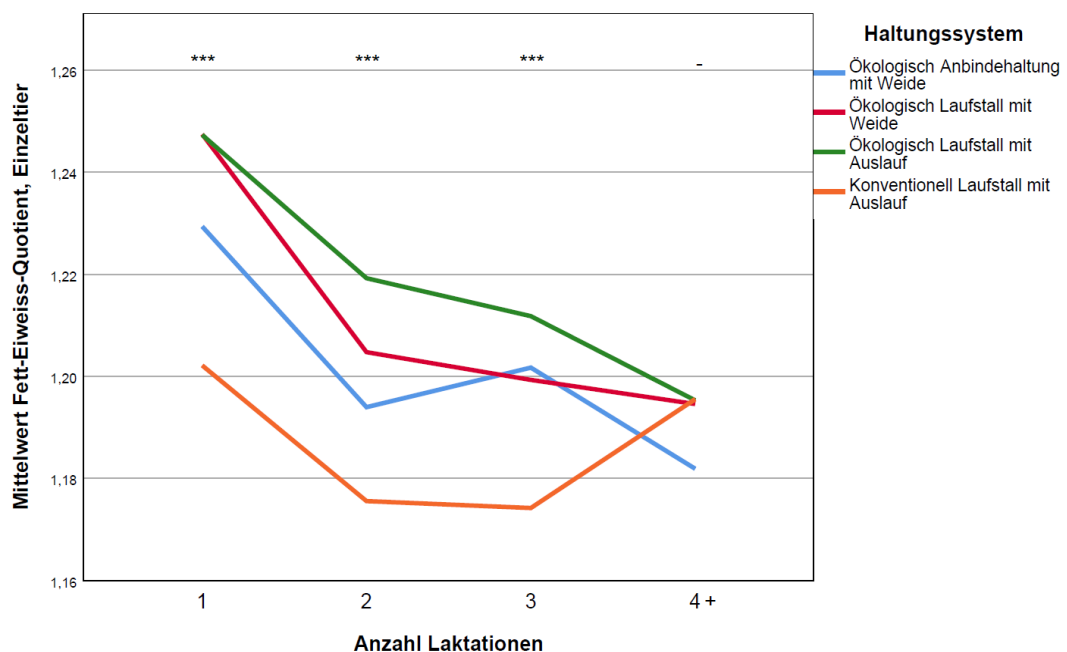


Abbildung 8: Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktationen von Kühen aus ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017, *** $p < 0,001$

Tabelle 11: Mittlerer Fett-Eiweiß-Quotient mit Standardabweichung im Verlauf der Laktationen von Kühen aus ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017

Parameter	Haltungs- system	n	Mittelwert ¹ ± StAB	p-Wert	
FEQ 1. Laktation	AH+W	4.624	1,23 ^a ± 0,19	0	<0,001
	LS+W	6.193	1,25 ^b ± 0,20	0,007	<0,001
	LS+A	2.581	1,25 ^b ± 0,20	0,040	<0,001
	Konv	7.431	1,20 ^c ± 0,19	<0,001	0
FEQ 2. Laktation	AH+W	3.618	1,19 ^a ± 0,20	0	0,010
	LS+W	5.225	1,20 ^{a,b} ± 0,20	0,144	<0,001
	LS+A	2.015	1,22 ^b ± 0,21	0,013	<0,001
	Konv	5.670	1,18 ^c ± 0,19	0,010	0
FEQ 3. Laktation	AH+W	3.130	1,20 ^a ± 0,22	0	0,001
	LS+W	4.129	1,20 ^a ± 0,21	0,771	<0,001
	LS+A	1.720	1,21 ^a ± 0,22	0,349	<0,001
	Konv	4.707	1,17 ^b ± 0,20	0,001	0
FEQ ≥ 4. Laktation	AH+W	7.288	1,18 ^a ± 0,23	0	0,082
	LS+W	9.464	1,19 ^a ± 0,21	0,078	0,893
	LS+A	4.739	1,20 ^a ± 0,21	0,128	0,979
	Konv	8.566	1,20 ^a ± 0,22	0,082	0

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede (p < 0,05); AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf; Daten auf Basis der MLP des LKV; 0 Redundant gesetzt

5.3.2 Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktationen

Im Verlauf der Laktation lag der FEQ in den ökologischen Haltungssystemen der erstlaktierenden Kühe meist statistisch signifikant über dem der mehrlaktierenden Kühe. In den konventionellen Betrieben lag der FEQ der Erstlaktierenden in den ersten beiden Laktationsabschnitten zwischen dem der Laktationen eins und 4+. Ab dem fünften Laktationsabschnitt lag der FEQ der Erstlaktierenden über dem der anderen Laktationen (vgl. Abbildung 9).

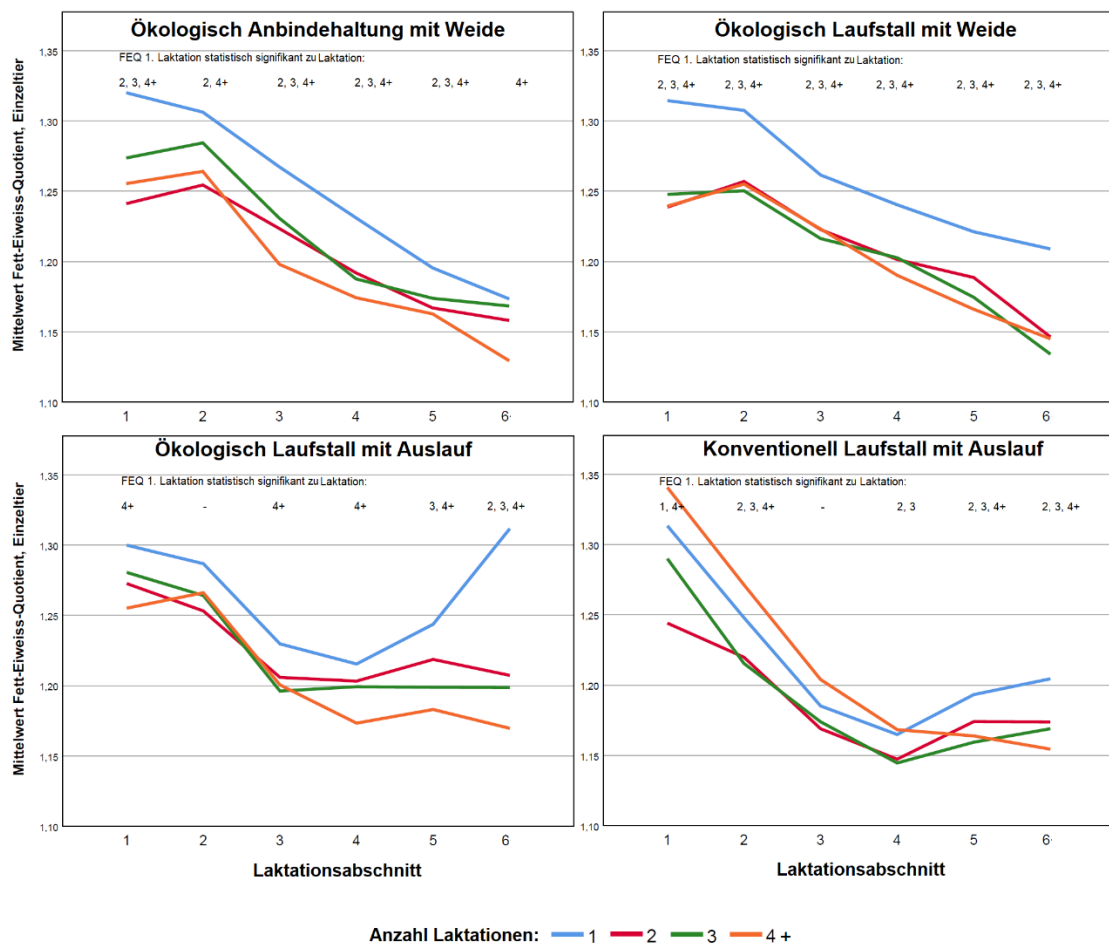


Abbildung 9: Fett-Eiweiß-Quotient im Verlauf der Laktation bei unterschiedlicher Anzahl der Laktationen in ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; mit: 6–30 Tage = 1. Laktationsabschnitt (LA); 31–60 Tage = 2. LA; 61–100 Tage = 3. LA; 101–200 Tage = 4. LA; 201–300 Tage = 5. LA; > 300 Tage = 6. LA.

5.3.3 Anteil der Erstlaktierenden mit Risiko an Ketose zu erkranken im Verlauf der ersten 100 Tage in Laktation

Im Vergleich der anteiligen Erstlaktierenden, welche nach den Berechnungen von Glatz-Hoppe et al. (2020) ein Ketoserisiko vorweisen, war im Mittel in den Jahren 2015–2017 während der Laktationstage 6–30 kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Haltung und dem Ketoserisiko der Erstlaktierenden festzustellen (vgl. Abbildung 10). Im Zeitraum des 31. –60. Laktationstages lag der Anteil ketosegefährdeter Erstlaktierender in Konv statistisch signifikant unter AH+W und LS+W ($p = 0,013$; $p = 0,028$) und glich sich mit LS+A ($p = 0,343$). Innerhalb der ökologischen Haltungssysteme war jedoch kein Unterschied erkennbar. Während der Laktationstage 61–100 war alleinig ein tendenzieller Unterschied zwischen LS+W und LS+A zu sehen ($p = 0,064$).

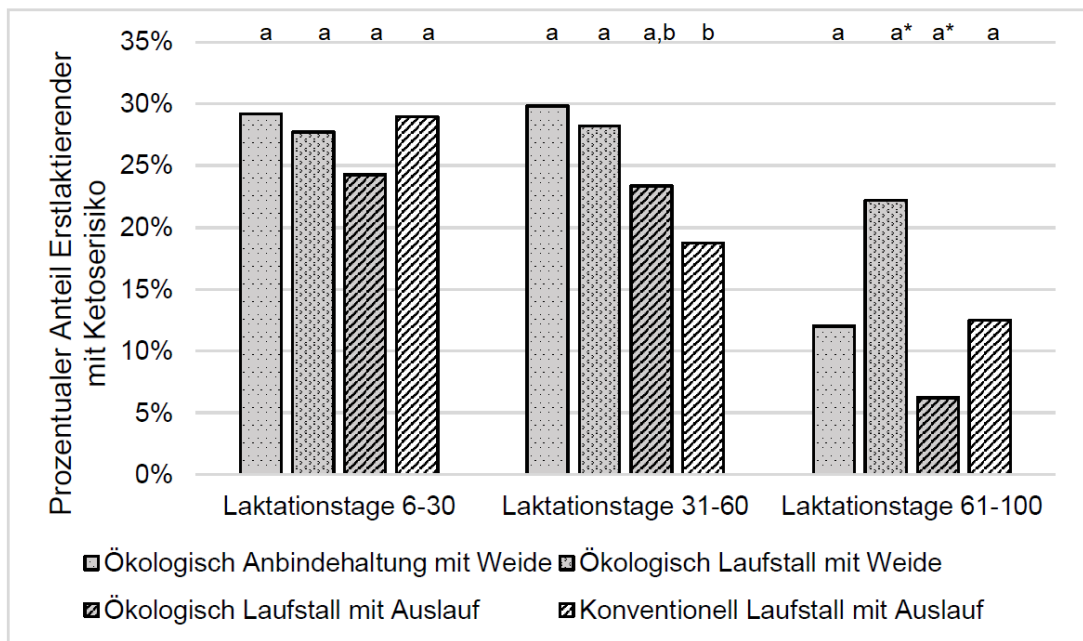


Abbildung 10: Übersicht des prozentualen Anteils der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko ökologischer und konventioneller Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland, berechnet nach Glatz-Hoppe et al. (2020) in den Jahren 2015–2017, gruppiert nach Laktationstagen; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); tendenzielle Unterschiede mit * $0,10 > p > 0,05$

5.4 Auswertung jährlich erhobener Stichtagsdaten des LKV Bayern – Fruchtbarkeitsparameter

Für die Fruchtbarkeitsparameter wurden die Daten zum Erstkalbealter, Zwischenkalbezeit, Rastzeit und Non-Return Rate ausgewertet. Als Basis für die Daten des Erstkalbealters dienten die Daten der MLP mit den dazugehörigen Kalbedaten, für die Non-Return-Rate 90, die Rastzeit und die Zwischenkalbezeit die Stichtagsdaten des LKV.

Tabelle 12: Übersicht der erhobenen Fruchtbarkeitsparameter auf Betriebsebene auf ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der MLP Daten (EKA) und Stichtagsdaten (NRR 90, RZ, ZKZ) des LKV Bayern

Fruchtbarkeitsparameter	Haltungssystem	Mittelwert ¹ ± Standardabweichung	Min	Max	n
EKA (Monate)	AH+W	32,2 ^a ± 3,5	23,3	49,1	1.131
	LS+W	31,1 ^{a,b} ± 3,9	22,6	49,1	1.557
	LS+A	29,9 ^{b,c} ± 3,5	22,1	42,8	685
	Konv	28,7 ^c ± 3,5	17,0	48,8	1.827
NRR 90 (%)	AH+W	50,9 ^a ± 17,6	8,3	91,7	86
	LS+W	61,1 ^b ± 14,7	29,0	92,3	51
	LS+A	55,3 ^{a,b} ± 8,7	37,8	68,1	21
	Konv	55,6 ^{a,b} ± 9,1	37,1	72,3	51
RZ (Tage)	AH+W	74,3 ^a ± 15,2	47	128	86
	LS+W	71,5 ^a ± 14,0	51	107	51
	LS+A	61,1 ^b ± 7,5	48	78	21
	Konv	70,3 ^a ± 11,2	52	104	51
ZKZ (Tage)	AH+W	407,4 ^a ± 34,6	353	521	91
	LS+W	384,4 ^b ± 17,4	359	438	53
	LS+A	374,2 ^c ± 11,9	355	398	21
	Konv	381,7 ^b ± 16,8	354	439	51

¹unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); ZKZ = Zwischenkalbezeit; RZ = Rastzeit; NRR 90 = Non-Return-Rate 90; EKA = Erstkalbealter; AH+W = ökologische Anbindehaltung mit Weide; LS+W = ökologische Laufstallhaltung mit Weide; LS+A = ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf; Konv. = konventionelle Laufstallhaltung mit Auslauf

5.4.1 Mittleres Erstkalbealter

Das mittlere Erstkalbealter aller ökologisch gehaltenen Tiere lag bei 31,2 Monaten mit einer Spannweite von 22,1–49,1 Monaten, bei den konventionell gehaltenen Kühen bei 28,7 Monaten mit einer Spannbreite von 17,0–48,8 Monaten. Vergleicht man die Haltungssysteme untereinander lag das Erstkalbealter in Laufstallbetrieben mit Auslauf (29,9 Monate) statistisch signifikant unter dem von AH+W ($p = 0,045$). Das EKA in LS+W (31,1 Monate) glich sich sowohl mit AH+W (32,2 Monate; $p = 0,099$) als auch mit LS+A (29,9 Monate, $p = 0,322$). Das EKA in Konv (28,7 Monate) glich sich aus der Gruppe der ökologischen Haltungssysteme nur mit LS+A ($p = 0,303$) und unterschied sich statistisch signifikant zu AH+W und LS+W ($p < 0,001$; bzw. $p = 0,004$; vgl. Tabelle 12, Abbildung 11).

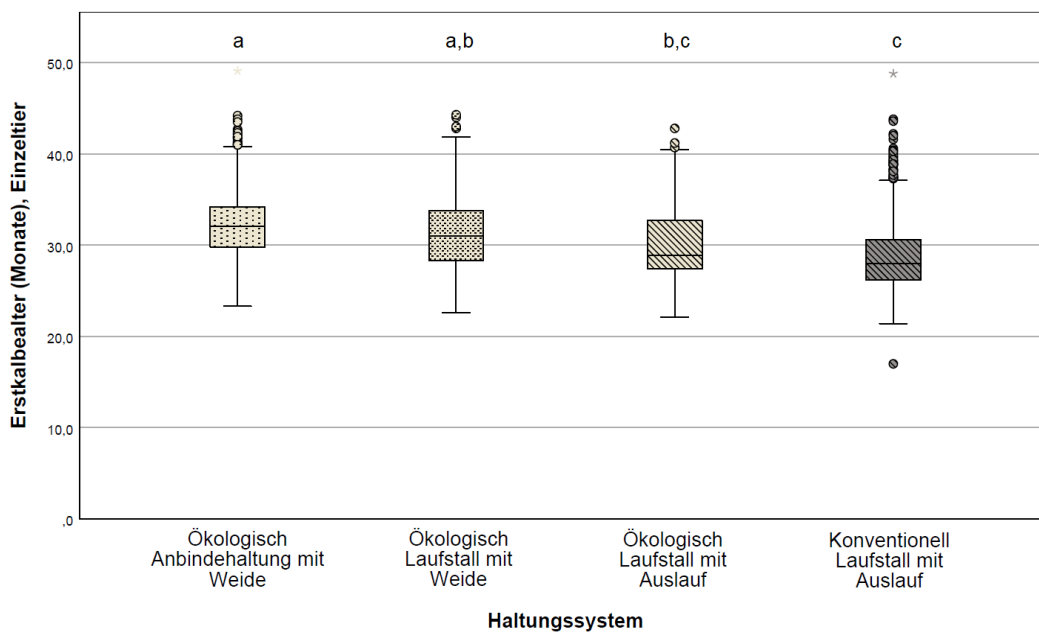


Abbildung 11: Erstkalbealter (Monate), in den Jahren 2015–2017 von Kühen aus ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; Daten auf Basis der MLP-Daten des LKV Bayern, unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$)

5.4.2 Mittlere Non-Return-Rate 90

Bei der Non-Return-Rate 90 zeigte sich bei der Betrachtung der einzelnen Jahre kein einheitliches Bild, lediglich war die Streuung beim Haltungssystem Laufstall mit Auslauf am geringsten. Weiter ist in Abbildung 12 zu sehen, dass sich die NRR 90 der Haltungssysteme AH+W, LS+A und Konv glichen. LS+W lag mit 61,1 % statistisch signifikant über dem Niveau der AH+W Betriebe (50,9 %; $p = 0,008$) und tendenziell über den LS+A Betrieben (55,3 %; $p = 0,083$) und den Konv Betrieben (55,6 %; $p = 0,088$). Im Verlauf der Jahre waren keine Unterschiede innerhalb der Haltungssysteme zu sehen.

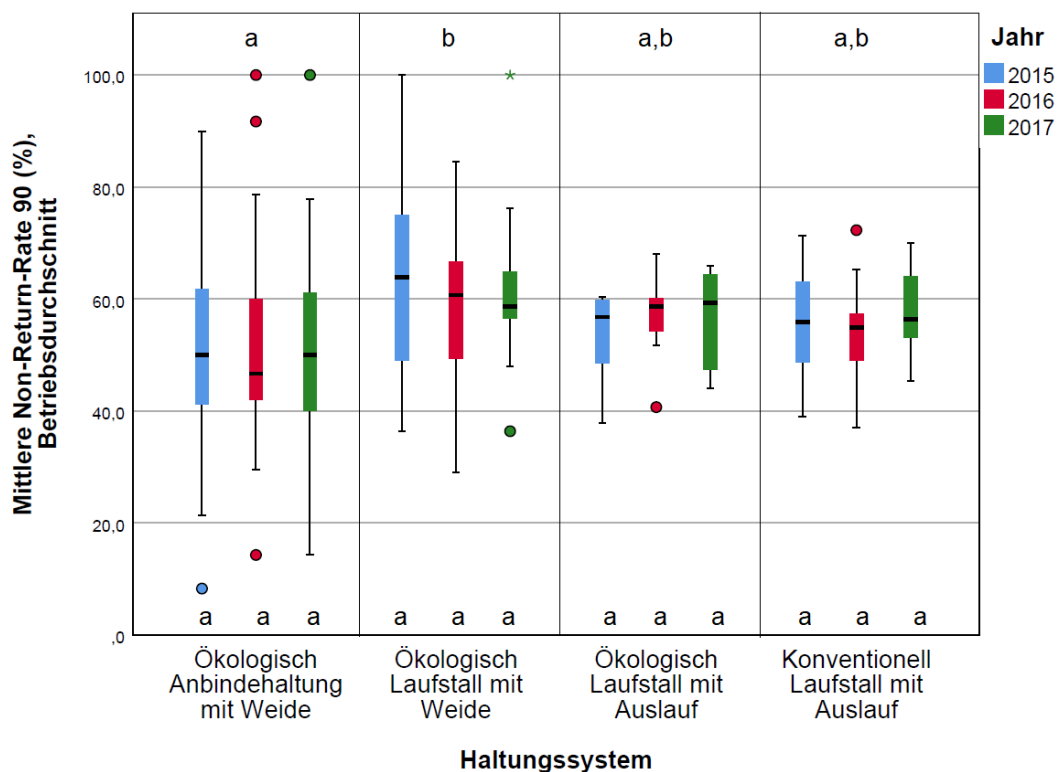


Abbildung 12: Mittlere Non-Return-Rate 90 (%) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); $n_{AH+W} = 92$; $n_{LS+W} = 58$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 57$

5.4.3 Mittlere Rastzeit

Das Haltungssystem LS+A zeigte im Vergleich zu den Haltungssystemen AH+W, LS+W und Konv eine statistisch signifikant kürzere Rastzeit ($p < 0,001$; $p = 0,004$; $p = 0,008$), sowie die geringste Streuung (vgl. Tabelle 12, Abbildung 13).

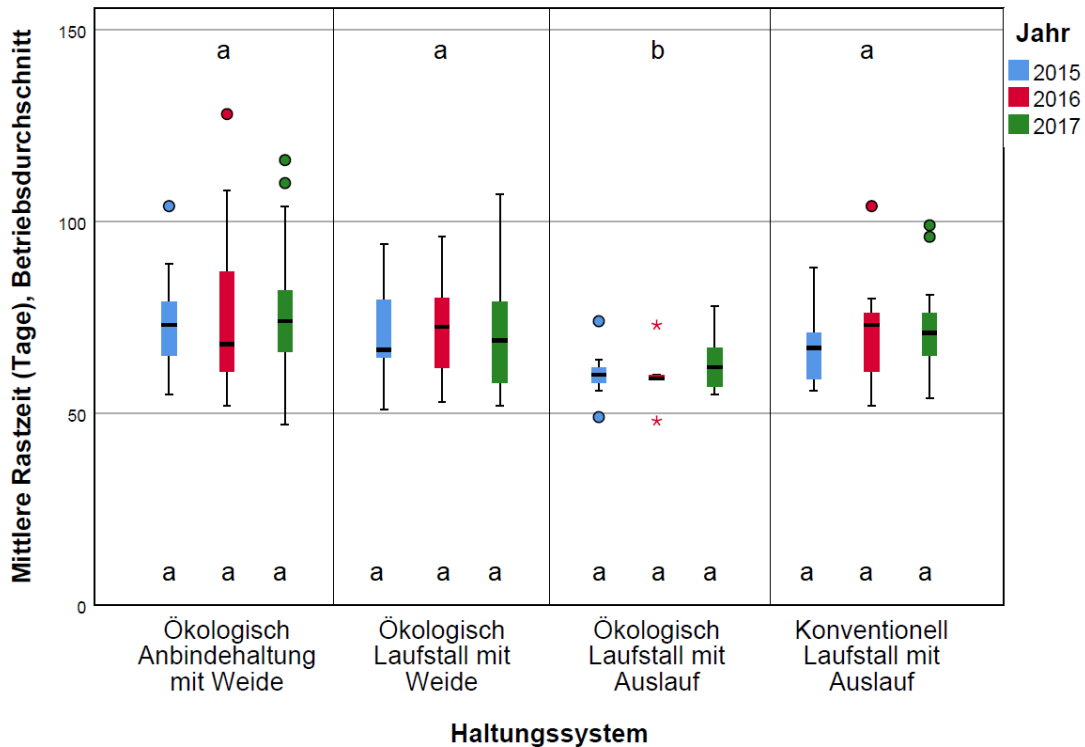


Abbildung 13: Mittlere Rastzeit (Tage) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetriebe im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); $n_{AH+W} = 92$; $n_{LS+W} = 58$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 57$

5.4.4 Mittlere Zwischenkalbezeit

AH+W Betriebe wiesen unter allen Haltungssystemen mit 407,1 Tagen die statistisch signifikant längste Zwischenkalbezeit auf ($p < 0,001$; vgl. Tabelle 12, Abbildung 14). Innerhalb der ökologischen Haltungssysteme wiesen LS+A Betriebe die statistisch signifikant kürzeste ZKZ auf. Die ZKZ von LS+A und Konv glich sich. Im Verlauf der Jahre konnte bei den AH+W Betrieben ein statistisch signifikanter Anstieg vom Jahr 2015 auf die Jahre 2016 ($p = 0,030$) und 2017 ($p = 0,003$) verzeichnet werden. Ebenso stieg in Konv die ZKZ von 2015 auf 2016 ($p = 0,04$) und von 2015 auf 2017 ($p = 0,005$) statistisch signifikant an.

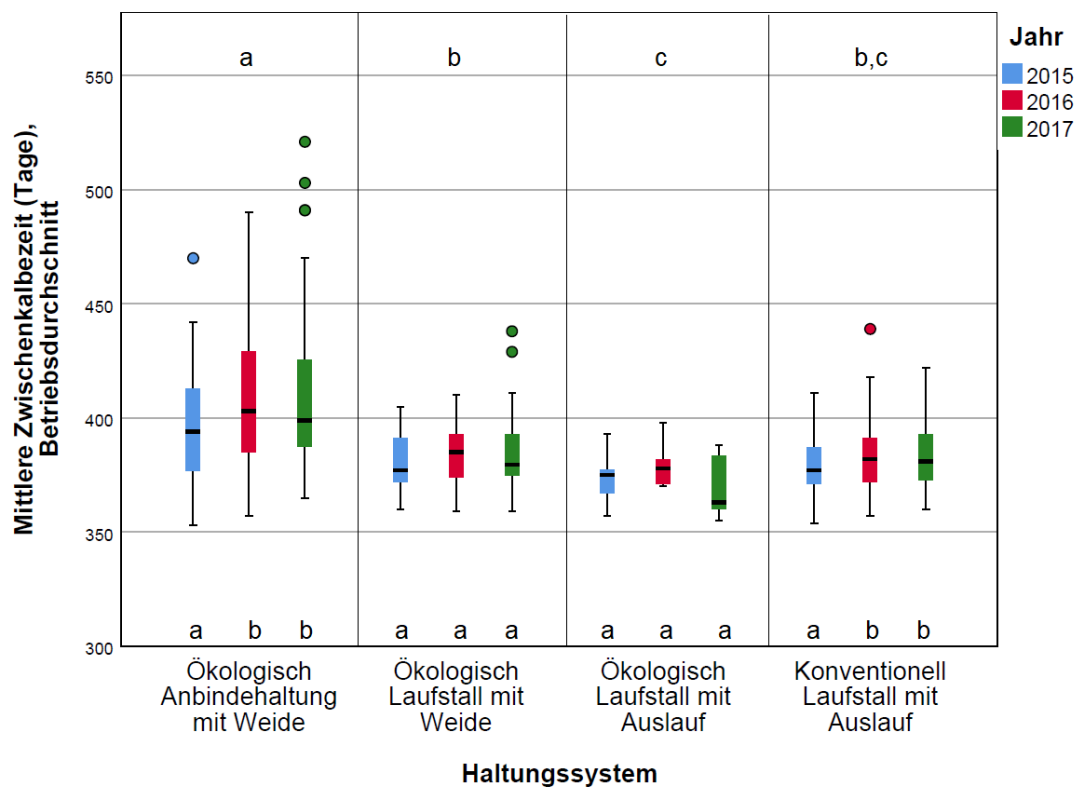


Abbildung 14: Mittlere Zwischenkalbezeit (Tage) auf Betriebsebene von ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland; in den Jahren 2015–2017; Daten auf Basis der Stichtagsdaten des LKV Bayern; unterschiedliche Buchstaben repräsentieren die statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0,05$); mit $n_{AH+W} = 97$; $n_{LS+W} = 60$; $n_{LS+A} = 21$; $n_{Konv} = 57$

6 Erweiterte Diskussion

6.1 Milchleistungsparameter

6.1.1 Mittlere 305-Tage-Milchleistung

Erwartungsgemäß zeigten die konventionell gehaltenen Kühe mit 8.289,8 kg die höchste 305-Tage-Leistung. Die geringste 305-Tage-Leistung konnte bei LS+W Betrieben mit 6.403,5 kg und AH+W mit 6.497,9 kg Milch festgestellt werden. Überraschend war das Ergebnis der ökologischen Laufstallbetriebe mit Auslauf, welche sich mit einer 305-Tage- Milchleistung von 7.577,1 kg, statistisch signifikant von den Weide-Betrieben abhoben und lediglich einen tendenziellen Unterscheid zu den konventionell gehaltenen Kühen zeigten. Als Begründung könnte die Möglichkeit der intensiveren Fütterung in Laufstallbetrieben ohne Weide und gleichzeitig die im Vegetationsverlauf wechselnde Futterqualität der Weidebetrieb stehen. Zu ähnlichen Erkenntnissen bezüglich der Futtermenge auf Weiden kam ebenfalls Rehn et al. (2000), Gazzarin und Höltschi M (2014), Leisen und Uhlig (2017) sowie March et al. (2017), welche die Möglichkeit der intensiveren Fütterung im Stall bei ganzjähriger Stallhaltung aufzeigen konnten.

6.1.2 Mittlerer Milchfettgehalt

Der mittlere Milchfettgehalt lag bei den ökologischen Betrieben bei 4,02 %. Bei den konventionellen Kühen lag dieser bei 4,12 %. Der mittlere Milchfettgehalt glich sich innerhalb der ökologischen Systeme. Statistisch signifikante Unterschiede waren nur zwischen LS+W und Konv zu sehen. Da der Fettgehalt innerhalb einer Rasse wenig variiert (Schichtl 2007) und bei allen Betrieben die Rasse Fleckvieh die vorherrschende Rasse war, überrascht dieses Ergebnis nicht. Müller und Sauerwein (2005) konnten ebenfalls keinen Einfluss der Bewirtschaftungsweise (ökologisch und konventionell) auf den Fettgehalt feststellen.

Kristensen und Kristensen (1998) stellten tendenziell geringere Fettgehalte bei ökologischen Kühen im Vergleich zu konventionell gehaltenen Kühen fest, konnten aber keine statistisch signifikanten Differenzen nachweisen.

6.1.3 Mittlerer Milcheiweißgehalt

Bei der Betrachtung des Milcheiweißgehaltes fiel auf, dass, im Gegensatz zum Milchfettgehalt, der durchschnittliche Milcheiweißgehalt der ökologischen Betriebe unter dem Niveau der konventionellen Betriebe lag. Gleichzeitig war innerhalb der ökologischen Systeme kein Unterschied zu sehen. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Arnold (1984), Krutzinna et al. (1996) sowie Müller und Sauerwein (2005), die allesamt von geringeren Milcheiweißgehalten in der Milch der von ihnen untersuchten ökologisch gehaltenen Kühe berichteten. Milchinhaltsstoffe, wie z. B. der Milcheiweißgehalt können retrospektive Hinweise über die Versorgung mit Futterenergie und Futterrohproteinversorgung von Kühen geben (Kirchgeßner et al. 1986, Heuer et al. 1999, Seggewiß 2004, Tremblay et al. 2018). So kann nach Kirchgeßner et al. (1986) vom Milcheiweißwert auf die Futterenergieversorgung der Kuh geschlossen werden. Das Ergebnis kann also mit einer geringeren Energieversorgung in ökologischen Herden, im Vergleich zu den konventionellen Herden begründet werden. Scheinbar stellen die restriktive Fütterung und der eingeschränkte Einsatz von Milchleistungsfutter in ökologischen Herden den Hauptgrund für den Energiemangel dar. Ebenfalls tragen die in den ökologischen Betrieben meist energieärmeren Rationen – bedingt durch die Auflagen der EU-Öko Verordnung bzw. der jeweiligen Verbände – zu einer Energiemangelsituation bei. Da keine genauen Futteruntersuchungen durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse durch Aussagen aus der Literatur zu erklären. Diese Ergebnisse werden von Winckler und Steinbach (1991) bestätigt, die in den von ihnen untersuchten ökologischen Herden einen höheren relativen Energiemangel feststellten, als in konventionellen Herden. Begründet wurde dies in dem höheren Anteil an Rohfaser und der somit geringeren Energiedichte in der Ration.

6.1.4 Milchleistungsparameter und Tierwohl

Meist wird bei der Beurteilung des Tierwohls anhand von Leistungsparametern die Annahme vorausgesetzt, dass hohe Leistungen nur unter optimalen Haltungsbedingungen möglich sind (Rütz 2010). Nach Knierim (1998) muss diese Annahme mit Vorsicht betrachtet werden, da die Milchleistung durch züchterische und fütterungstechnische Einflüsse hoch gehalten werden kann. Diese künstlich gesteigerte Milchleistung kann auf Kosten der Tiergesundheit erbracht werden und ist somit nicht zwingend ein Ausdruck einer guten Haltungsumwelt. Da sich alle Betriebe der vorliegenden Studie in einer der bewirtschaftungsweise angepassten Milchleistung befanden, kann in dieser Studie in den meisten Fällen nicht von einer physiologisch abnorm hohen Milchleistung gesprochen werden. Die ökologischen Weidebetriebe lagen mit Leistungen von 6.403,5–6.497,9 kg Milch in der Laktation leicht unter dem bayerischen Durchschnitt der EU-Öko Betriebe mit 6.845 kg (LKV Bayern 2018). Die Betriebe AH+W und LS+W unterschieden sich deutlich sowohl von den ökologischen als auch von den konventionellen Laufstallbetrieben mit Auslauf. Es kann angenommen werden, dass den Betriebsleitern der Laufstallbetriebe mit Weide der Austrieb und das dementsprechende Platzangebot wichtiger war, als eine intensive Milchviehwirtschaft zu betreiben. Generell kann jedoch mit der alleinigen Analyse der Milchleistungsparameter keine abschließende Aussage über das Tierwohl getroffen werden, da es weder eine Datenerhebung zum Zustand der Weide gab, noch über die genaue Weidedauer pro Tag. Die Daten der Milchleistung sollten beispielsweise zusammen mit der Analyse der Haltungsumwelt, der Lebensleistung und den möglichen Schäden am Tier betrachtet werden. Dieser Aspekt wird in einer weiteren Dissertation untersucht (Göttl 2022, in Vorbereitung).

6.2 Stoffwechselfparameter – Fett-Eiweiß-Quotient

6.2.1 Fett-Eiweiß-Quotient und Ketoserisiko der Erstlaktierenden

Auffallend bei der Betrachtung des FEQ war, dass der FEQ der AH+W Betriebe statistisch signifikant über dem FEQ der Kühe in Konv Betrieben und statistisch signifikant unter dem FEQ der Kühe in LS+W und LS+A Betriebe lag. Dies widerspricht den Aussagen von Hardeng und Edge (2001), Bennedsgaard et al. (2003) und Valle et al. (2007), die allesamt ein geringeres Auftreten von Ketose, detektiert am niedrigeren FEQ, in ökologischen Herden im Vergleich zu konventionellen Herden feststellten. Da die analysierten Werte einen Mittelwert aller Laktationen abbilden, können extreme Ausreißer nicht dargestellt werden. Eine genaue Differenzierung nach Laktationen und Laktationsabschnitten war also unabkömmlich. So konnte bei allen Haltungssystemen ein abnehmender FEQ im Verlauf der Laktation festgestellt werden. Dabei lag bei AH+W und LS+W der FEQ der Erstlaktierenden durchgehend, bei LS+A meistens bis zum 300. Tag der Laktation über dem der Kühe mit mehr Laktationen. Bei den Betrieben Konv konnte dies nicht bestätigt werden. Bei der Betrachtung des Anteils ketosegefährdeter Erstlaktierender ist jedoch im ersten Laktationsabschnitt (6–30 Laktationstage) zwischen den Haltungssystemen kein Unterschied zu erkennen. Einen vergleichbaren Anteil an Ketose erkrankter Erstlaktierender kann ebenfalls Bergk und Swalve (2011) bestätigen. Jedoch wurden hier der Ketoseverdacht mit $\text{FEQ} > 1,5$ definiert. Auch Dohoo und Martin (1984) sowie McArt et al. (2012) konnten eine erhöhte Prävalenz von Ketose im ersten Monat nach der Abkalbung feststellen. Eine Begründung, weshalb der Anteil der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko im zweiten Laktationsabschnitt (31–60 Laktationstage) in Konv signifikant unter den Betrieben AH+W und LS+W lag, kann in der intensiveren Fütterung in Laufstallsystemen ohne Weide sowie mit der Möglichkeit die Ration ohne limitierende Vorgaben wie in der ökologischen Landwirtschaft zu gestalten, liegen. Auch kann das Ergebnis durch den höheren Energieverbrauch zur Futteraufnahme auf Weiden (Kaufmann et al. 2011, Dohme-Meier et al. 2014) und durch eine beschränkte Futter- und Energieaufnahme auf Weiden (Steinwigger et al.

2014) erklärbar sein. Da die Fütterung jedoch in den Betrieben Konv nicht erfasst wurde, kann dies nicht abschließend bestätigt werden.

6.2.2 Stoffwechselgesundheit und Tierwohl

In allen Haltungssystemen waren nach den Berechnungen von Glatz-Hoppe et al. (2020) die Erstlaktierenden in den ersten 100 Laktationstagen mit einem hohen Risiko behaftet, an Ketose zu erkranken. Brinkmann (2011) konnte mit 21,3 % 2008 bzw. 20,3 % einen leicht höheren Anteil von Kühen mit einem FEQ $\geq 1,5$ feststellen, untersuchte jedoch alle Laktationen innerhalb der ersten 100 Laktationstage. Dadurch, dass die meisten Stoffwechselstörungen nicht als klinischer Verlauf, sondern vielmehr subklinisch bzw. chronisch verlaufen, ist es für den Tierbetreuer nicht immer sofort offensichtlich und somit ein Risikofaktor für das Tierwohl. Bei allen Erstlaktierenden und Mehrlaktierenden Kühen stellt eine hohe Milchleistung für die Betriebe eine Herausforderung dar. So sind Hochleistungskühe gefährdeter, als Kühe mit geringer Milchleistung, an Stoffwechselkrankheiten zu erkranken und so vorzeitig aus dem Produktionsprozess auszuscheiden (Martens 2012). Bei der Datenerhebung auf den ökologischen Betrieben wurde versucht, differenzierte Aussagen über die Fütterung zu erhalten. Dies war bei den meisten Betrieben nicht oder nur bedingt möglich. Dies lässt den Schluss zu, dass bei diesen Betrieben die Fütterung und vor allem das Futtercontrolling besonders in der Früh-laktation und bei den Erstlaktierenden verbessert werden muss. Der Zusammenhang zwischen einer negativen Energiebilanz und dem Auftreten von Ketose ist etabliertes Lehrbuchwissen. Ebenso, dass das Ausmaß einer Ketose entscheidend von der Futteraufnahme im peripartalen Zeitraum bestimmt wird. Dies sollte vor allem mit dem Hintergedanken an das Tierwohl stets berücksichtigt werden. Die vorliegenden Daten zur Stoffwechselgesundheit zeigen die große Variabilität zwischen den Betrieben. So bleibt festzuhalten, dass Stoffwechselerkrankungen zwar nicht in jedem Fall verhindert werden können, es jedoch auch unter ökologischen Haltungsbedingungen möglich ist, die Stoffwechselgesundheit der Kühe durch eine angepasste Fütterung zu erhalten.

6.3 Fruchtbarkeitsparameter

6.3.1 Mittleres Erstkalbealter

In der durchgeführten Untersuchung wiesen die ökologisch gehaltenen Kühe ein durchschnittliches Erstkalbealter von 29,9–32,2 Monaten, die konventionell gehaltenen Kühe ein Erstkalbealter von 28,7 Monaten auf. Es war ein Einfluss des Haltungssystems zu sehen. So glichen sich jeweils die Weidebetriebe und die Auslaufbetriebe, wobei AH+W Betriebe das höchste Erstkalbealter und Konv Betriebe das niedrigste Erstkalbealter vorwiesen. Da das Erstkalbealter die Phase der finanziellen unproduktiven Aufzucht beendet, ist es wirtschaftlich interessant, diese so kurz wie möglich zu halten. Jedoch richtet sich das Erstbesamungsalter nach der physiologischen Entwicklung der zu belegenden Färse (Wehrend 2014). Nach Mansfeld et al. (2014) sollte das Erstkalbealter bei Holstein Kühen bei 24 Monaten, bei Fleckvieh zwischen 25–27 Monaten liegen. Obwohl in der vorliegenden Studie die Rasse Fleckvieh dominierte, lagen die EKA der Tiere über den gängigen Empfehlungen. Vergleicht man die ökologischen Erstkalbealter der Studie mit dem in der Literatur beschriebenen Alter, erzielen lediglich die Betriebe ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf (29,9 Monate) annähernd das in der Literatur empfohlene Alter. Weitere Studien beschreiben in ökologischen Betrieben Erstkalbealter von 30,8 Monaten bis 32,1 Monate (Sprengel 2009, Wangler et al. 2009, Blank et al. 2013). Dieses Ergebnis kann mit der Intensität der jeweiligen Haltungssysteme begründet werden. Wird Weidebetrieben eher eine extensive Bewirtschaftung zugeschrieben, so ist es bei den Auslaufbetrieben genau konträr. Diese Betriebe wirtschaften meist intensiver. Die Beobachtungen der vorliegenden Untersuchung bestätigen die Ergebnisse von Dierchen (2007), der ebenfalls ein höheres Erstkalbealter bei Weidebetrieben feststellte. Generell ist es betriebsindividuell abzuwägen, welches Erstkalbealter angestrebt wird. Sowohl bei einer Unterschreitung von unter 24 Monaten, als auch bei einer Überschreitung von 30 Monaten kann es zu ökonomischen Verlusten von einer verkürzten Nutzdauer bzw. Leistungsminderungen in den Laktationen kommen (Strandberg 1992, Steinhöfel 2005).

Insgesamt zeigten die vorliegenden Ergebnisse der ökologischen Weidebetriebe deutliche Überschreitungen gegenüber den o. g. Angaben. Dies spiegelt sich auch in der geringeren Milchleistung dieser Betriebe wider. Offenkundig ist es wiederum den Auslaufbetrieben, im Besonderen den konventionellen Betrieben, gelungen, spezielle betriebsspezifische Einflussfaktoren in der Jungviehaufzucht und dem frühen Fruchtbarkeitsmanagement zu optimieren, um passable Erstkalbealter zu erreichen.

6.3.2 Mittlere Non-Return-Rate 90

Die mittlere Non-Return-Rate 90 der untersuchten Betriebe lag durchweg unter den empfohlenen Werten (vgl. Kapitel 2.5.2.1). Diese schlechten Ergebnisse zeigten, dass es anscheinend zunehmend schwieriger wird, eine Herde derart zu führen, dass diese eine gute Fruchtbarkeitsleistung zeigt. Jedoch wiesen die Weidehaltungsbetriebe mit maximalen Werten von bis zu 92,30 % in einzelnen Jahren überdurchschnittlich gute Werte auf. Die unter den untersuchten Haltungssystemen beste Non-Return-Rate hatten die ökologischen Laufstallbetriebe mit Weide. Generell konnte systemübergreifend keine klare Tendenz des Faktors Haltungssystem abgebildet werden. Beeker et al. (2006) konnten im Systemvergleich zwischen Laufställen mit Auslauf und Weidebetrieben ebenfalls keine Unterschiede in den Fruchtbarkeitsparametern feststellen. Auch Fölsche und Staufenberg (2014) konnten keinen Zusammenhang zwischen Herdengröße und Fruchtbarkeit feststellen.

6.3.3 Mittlere Rastzeit

Die beobachteten Rastzeiten widersprechen den wissenschaftlichen Annahmen, welche von längeren Rastzeiten bei höherer Milchleistung ausgehen (Fürst-Waltl und Fürst 2013). Generell lagen die Rastzeiten aller Betriebe in den von der Literatur angegebenen Zeitspanne von 42–115 Tagen (Jahnke 2002). Es konnte kein Einfluss der Bewirtschaftungsweise bzw. des Haltungssystems festgestellt werden. Auch konnte der Laktationseinfluss nicht differenziert dargestellt werden, da alle Laktationen zusammengefasst untersucht wurden. Da die Betriebe, vor allem die Anbindehaltungsbetriebe, zum Teil sehr kleinstrukturiert waren und die Rastzeit gerade in kleinen Herden individuell und leistungsgerecht gestaltet werden sollte (Wehrend 2014), hätten weitere Erklärungsversuche lediglich einen spekulativen Charakter.

6.3.4 Mittlere Zwischenkalbezeit

Die Zwischenkalbezeit war bei Betrachtung der einzelnen Haltungssysteme sehr unterschiedlich. Verwunderlich war das gleiche Ergebnis von Laufstallbetrieben mit Weide und den konventionellen Laufställen mit Auslauf trotz der statistisch signifikant höheren Milchleistung der konventionellen Betriebe. Bei einem direkten Vergleich der Zwischenkalbezeit in ökologischen und konventionellen Betrieben konnten Blank et al. (2013), Reksen et al. (1999) und Nauta et al. (2006) geringe Unterschiede feststellen. Nauta et al. (2006) konnten bei diesem Merkmal keinen statistisch signifikanten Unterschied feststellen und stellten so in Frage, ob unterschiedliche Betriebsformen als entscheidender Faktor bezüglich dieses Merkmals einen Einfluss haben. Auch Reksen et al. (1999) kommen zu dem Schluss, dass ein ökologisches bzw. konventionelles Haltungssystem keinen entscheidenden Einfluss auf die Fruchtbarkeitsleistung hat. Dennoch könnten, laut dem Autor, mögliche längere Zwischenkalbezeiten bei ökologischen Betrieben auf eine verschlechterte Fruchtbarkeit durch ein niedriges Energieniveau im Futter erklärt werden. Dies bestätigt sich ebenfalls in dieser Untersuchung.

Zu gleichen Ergebnissen kam Schmidtke (2007). In der vorliegenden Studie fällt das Haltungssystem Anbindehaltung mit Weide mit den statistisch signifikant längsten Zwischenkalbezeiten auf. Eine verlängerte Zwischenkalbezeit bei Anbindehaltungsbetrieben konnten ebenfalls Sprengel (2009) feststellen, liefern hierfür jedoch keine Begründung. Eine mögliche Erklärung für die verlängerte Zwischenkalbezeit in Anbindehaltungsbetrieben liefert Eise (2009), der eine verschlechterte Fertilität auf die baulichen Defizite eines Anbindestalls zurückführt.

6.3.5 Fruchtbarkeit und Tierwohl

Broom (1996) definiert Tierwohl als „animal welfare“ und beschreibt damit den Zustand eines Individuums in Hinblick auf die Bewältigung der jeweiligen Umweltbedingungen („The welfare of an animal is its state as regards its attempts to cope with its environment“). Genaue Kriterien für eine Benachteiligung zu bestimmen erweist sich als schwierig. Im Mittelpunkt steht jedoch das biologische Funktionieren eines Tieres. Demnach kann sich die Überforderung eines Tieres in Hinblick auf die Anpassungsfähigkeit an die Umwelt z. B. in einer herabgesetzten Lebenserwartung und Fitness, Wachstumsstörungen sowie Reproduktionsstörungen äußern (Broom 1991). Die Interpretation von leistungsorientierten Faktoren ist zwar als Hintergrundinformation unerlässlich, ist aber nur bedingt für die Bewertung des Tierwohls und der Tiergerechtigkeit tauglich. Auch da die Fruchtbarkeit von sehr vielen Faktoren abhängt, eignet sich dieser Parameter nur begrenzt zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit. Zur Beurteilung der Fertilitätssituation eignen sich laut De Kruif et al. (2006) z. B. der Erstbesamungserfolg, der Trächtigkeits- und der Erstbesamungsindex. Die Daten der vorliegenden Studie zeigten meist keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Fruchtbarkeit und Haltungssystem. Auffallend war nur, dass die Anbindehaltungsbetriebe mit Weide in allen analysierten Fruchtbarkeitsparametern die schlechtesten Werte aufweisen. Da die Daten jedoch ohne das jeweilige betriebsindividuelle Ziel analysiert wurden, kann keine abschließende Bewertung getroffen werden. Somit kann die Aussage von Badertscher (2003), dass Kühe in Laufställen fruchtbarer sind als Kühe in Anbindeställen, nicht bestätigt werden.

Auch Knierim (1998) kommt zu dem Schluss, dass sich Fruchtbarkeitsparameter alleinig nicht zur Beurteilung des Tierwohls eignen. Was insofern einleuchtend ist, da diese Parameter einerseits multifaktoriell beeinflusst werden, andererseits stark von den Managemententscheidungen eines Betriebes, z. B. über die freiwillige Wartezeit, der ersten Belegung etc. abhängig sind (Rütz 2010).

7 Schlussfolgerungen

- Entgegen der Vermutung, man könne die drei ökologischen Haltungssysteme als Einheit generell mit den konventionellen Betrieben vergleichen, konnte das Haltungssystem ökologische Laufstallhaltung mit Auslauf eher mit den konventionellen Betrieben verglichen werden, als mit den ökologischen Betrieben. Dies zeigt, dass es möglich ist, auch im Rahmen der ökologischen Vorschriften gute Milchleistungsergebnisse zu erzielen.
- Es war ein deutlicher Einfluss der Weide auf die Milchleistung zu erkennen.
- Besonders im Bereich der Stoffwechselgesundheit muss in allen Haltungssystemen ein verbessertes Monitoring etabliert werden und mit Hilfe von Fütterungscontrolling, vor allem in der Früh-laktation und bei Erstlaktierenden, ausreichend Energie bereitgestellt werden.
- Die Parameter Fruchtbarkeit, Milchleistung und Stoffwechsel lassen einzeln gesehen kaum Rückschlüsse auf die Tierwohlsituation auf den jeweiligen Betrieben zu. Fasst man dennoch die Aussagen der einzelnen Parameter zusammen, ist bei allen untersuchten Betrieben in Bezug auf die Milchleistungs- und Stoffwechselparameter tendenziell von einer guten Tierwohlsituation auszugehen. Um abschließend über das Tierwohl eines Betriebes zu urteilen sollte jedoch neben tierbezogenen Indikatoren wie Schäden am Tier auch die Aufstallung und die direkte Haltungsumwelt der Tiere näher untersucht werden.
- Anbindehaltungsbetriebe mit Weide zeigten zwar Schwächen in den Fruchtbarkeitsparametern auf, wiesen aber generell vergleichbare Milchleistungsparameter zum System ökologische Laufstallhaltung mit Weide auf. Auf Basis der untersuchten Parameter zur Fruchtbarkeit, Stoffwechselgesundheit und Milchleistung kann in dieser Untersuchung kein Defizit in Bezug auf das Tierwohl festgestellt werden.

8 Zusammenfassung

Die Diskussion um tierwohlfreundlichere Haltung von Milchvieh nimmt seit Jahren zu. Im Mittelpunkt vieler Diskussionen steht der Wunsch nach einem höheren Anteil an biologischer Landwirtschaft mit einem höheren Platzangebot, höherem Tierwohl und einem hohen Standard an Tiergesundheit. Auch häufen sich Debatten um das Verbot der Anbindehaltung in Deutschland. Dabei wurden selten die Haltungssysteme in der ökologischen Landwirtschaft direkt miteinander verglichen, um Aussagen in Bezug auf das Tierwohl und die Tiergesundheit zu erreichen.

Ziel dieser Studie war es daher, die Einflüsse unterschiedlicher Haltungssysteme in ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben auf die Milchleistung, die Fruchtbarkeit und die Milchinhaltsstoffe Milchfett und Milcheiweiß sowie die Stoffwechselgesundheit zu ermitteln. Neben der Erfassung des Status-Quo sollen die Ergebnisse auch anhand der erhobenen Parameter Aufschluss über die Tierwohlsituation in den jeweiligen Haltungssystemen geben.

Als Grundlage für die Auswertung dienten die Daten des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV). Ausgewertet wurde zum einen auf Betriebsebene mittels der einmal im Jahr erfassten Stichtagsdaten und zum anderen auf Tierebene mit den monatlich erfassten Milchleistungsdaten der einzelnen Kühe.

Dafür wurden die Milchleistungsdaten von 56 ökologischen und 17 konventionellen Milchviehbetrieben im bayerischen Alpenvorland in den Jahren 2015–2017 ausgewertet. Die ökologischen Betriebe konnten in die Gruppen Anbindehaltung mit Weide (AH+W; n = 31), Laufstall mit Weide (LS+W; n = 18) und Laufstall mit Auslauf (LS+A; n = 7) eingeteilt werden. Die konventionellen Betriebe waren allesamt Laufstallbetriebe mit Auslauf (Konv; n = 17).

Bei dem Parameter Milchleistung war auffallend, dass sich die Betriebe mit Weidezugang (AH+W, LS+W) statistisch signifikant von den Betrieben mit Auslauf (LS+A, Konv) unterschieden und deutlich geringere Leistungen vorwiesen.

Die LS+A-Betriebe (305-Tage-Leistung: 7.577,1 kg Milch) konnten trotz der ökologischen Fütterung das Niveau der konventionellen Betriebe (305-Tage-Leistung: 8.289,8 kg Milch) erreichen. Während beim mittleren MilCHFettgehalt lediglich Unterschiede zwischen LS+W und Konv festgestellt werden konnten, lag der mittlere Milcheiweißgehalt der konventionellen Betriebe statistisch signifikant über dem Milcheiweißgehalt der ökologischen Betriebe ($p < 0,001$).

Die 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden in den Betrieben mit Weidezugang glich sich. Die 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden in den ökologischen LS+A-Betriebe lag statistisch signifikant über der Leistung der Erstlaktierenden der Betriebe mit Weidezugang ($p < 0,001$), jedoch statistisch signifikant unter den konventionellen Betrieben ($p = 0,005$). Die Zusammenhänge zwischen Haltungssystem und 100-Tage-Leistung MilCHFett (kg) der Erstlaktierenden war gleich der 100-Tage-Leistung Milch (kg) der Erstlaktierenden.

In Bezug auf die Stoffwechselgesundheit konnte sowohl ein Einfluss der Haltungssysteme, der zeitliche Abstand zur Kalbung, als auch ein Einfluss der Anzahl der Laktationen beobachtet werden. So war der FEQ aller Kühe in den Jahren 2015–2017 bei den konventionellen Betrieben statistisch signifikant unter dem der ökologischen Betriebe. In den ökologischen Betrieben lag der FEQ der Erstlaktierenden statistisch signifikant über dem der Kühe mit mehr Laktationen. Das Ketoserisiko bei Erstlaktierenden war zu Beginn der Laktation (6.–30. Laktationstag) bei allen Haltungssystemen auf einem vergleichbaren hohen Niveau. Der Anteil der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko reduzierte sich bei den Konv Betrieben bereits zwischen dem 31. und 60. Laktationstag und lag unter dem Anteil der Erstlaktierenden mit Ketoserisiko der ökologischen Betriebe.

Im Bereich der Fruchtbarkeit bildete sich kein klarer Zusammenhang der Haltungssysteme zu den untersuchten Parametern ab. Es konnten jedoch durchweg schlechtere Werte bei AH+W im Vergleich zu den restlichen Haltungssystemen festgestellt werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen die Auswirkung der Unterschiede der Hal- tungs- und Bewirtschaftungssysteme auf die Parameter Milchleistung, Frucht- barkeit und Stoffwechselgesundheit der Kühe. Dabei zeigten sich oftmals ver- gleichbare Ergebnisse bei den Laufstallbetrieben mit Auslauf, obwohl mit öko- logischer und konventioneller Bewirtschaftung unterschiedliche Systeme ge- genüberstehen.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten das Potenzial der ökologischen Landwirtschaft auf, dass es ökologischen Betrieben möglich ist ebenfalls auf einem mit konventionellen Betrieben vergleichbaren hohen Milchleistungsni- veau zu wirtschaften. Zum anderen konnten bei der Betrachtung der einzelnen ökologischen Betriebe große Leistungsunterschiede festgestellt werden. Als Konsequenz aus den dargestellten Ergebnissen sollten standardisiert erho- bene Parameter immer in Verknüpfung mit den jeweiligen Haltungssystemen und der Haltungsumwelt bewertet werden.

9 Summary

The discussion around a husbandry of dairy cattle that is more supportive of animal welfare has been increasing for years. The focus of much of this discussion is the wish for higher proportions of organic farming involving more space for animals, higher levels of animal welfare and high standards of animal health. Debates about the ban on tie-stall farms in Germany are also becoming more frequent. Organic farming systems have however, rarely been directly compared with each other in order to attain conclusions regarding animal welfare and animal health.

Therefore, the aim of this study was to determine the influences of different housing systems applied in organic as well as conventional dairy farms on milk yield, fertility, the two milk constituents milk fat and milk protein, and metabolic health. As well as recording the status quo, the results can additionally provide information on the animal welfare situation in the respective husbandry systems.

The evaluation was based on data from the “Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV)”. The data was evaluated on a farm level using annually collected data on the one hand, and on an animal level using the monthly milk yield data of individual cows on the other.

For this purpose, the milk yield data of 56 organic and 17 conventional dairy farms in the Bavarian Alpine foothills were evaluated in the years 2015–2017. The organic farms were divisible into tie-stall farms with grazing (AH+W; $n = 31$), free stall housing systems with grazing (LS+W; $n = 18$), and free stall housing systems with free-range areas (LS+A; $n = 7$). The conventional farms were exclusively free stall housing systems with free-range areas (Konv; $n = 17$).

In terms of the milk yield parameter it was striking that the farms with access to grazing (AH+W, LS+W) statistically differed significantly from the farms with no free-range area (LS+A, Konv) and had significantly lower yields. Despite organic feeding, the LS+A farms (305-day output: 7,577.1 kg milk) were able to attain the same level as the conventional farms (305-day output: 8,289.8 kg milk).

While only some differences in the mean milk fat content were found between LS+W and Konv, the mean milk protein content of the conventional farms was statistically significantly higher than the milk protein content of the organic farms ($p < 0.001$).

The 100-day milk yield (kg) of cows in first lactation on the farms with pasture access was similar. The 100-day milk yield (kg) of cows in first lactations on the organic LS+A farms was statistically significantly higher than the yield of cows in first lactations on the farms with pasture access ($p < 0.001$), but statistically significantly lower than the conventional farms ($p = 0.005$). The correlations between housing systems and 100-day milk fat yield (kg) of cows in first lactation was equal to the 100-day milk yield (kg) of cows in first lactation.

In terms of metabolic health, an influence of housing systems, time interval to calving, as well as an influence of the number of lactations was observed. Thus, the Fat-to-Protein-Ratio (FEQ) of all cows in 2015–2017 was statistically significantly lower on conventional farms than on organic farms. On the organic farms, the FEQ of cows in first lactation was statistically significantly above those with more lactations. The risk of ketosis in cows in first lactation was at a comparably high level at the beginning of lactation (6th to 30th lactation day) in all housing systems. The proportion of cows in first lactation at risk of ketosis on the Konv farms already decreased in the period between the 31st and 60th lactation day and lay beneath the proportion of those on the organic farms.

Regarding the parameters related to fertility there was no clear correlation between the housing systems investigated. However, consistently worse values were found for AH+W compared to the other housing systems.

The results of this study show the effects of different housing and husbandry systems on the parameters of milk yield, fertility and metabolic health of the cows. In many cases, similar results were found for free stall housing systems with free-range areas, although the management systems differed between organic and conventional farming.

The results of this study illustrated the potential of organic farming, namely that organic farms are equally as capable of managing a high milk yield level as conventional farms. On the other hand, a wide range in performance parameters was established while observing the organic farming systems. As a consequence of the results presented, any standardised parameters should always be considered in combination with the respective husbandry systems and conditions thereof.

10 Literaturverzeichnis

ADR (2001): ADR-Empfehlung 1.4 zum Ausscheiden unwahrscheinlicher Ergebnisse bei der Feststellung der Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, Bonn.

ADR (2006): Rinderproduktion in Deutschland 2005.

ADR (2007): Rinderproduktion in Deutschland 2006.

Ahlman T, Wallenbeck A, Ljung M (2012): Organic producers' preferences regarding traits important in dairy production. 2nd IFOAM. In: Rahmann G, Godinho D (Hrsg.), Tackling the future challenges of organic animal husbandry. 2nd Organic Animal Husbandry Conference, Hamburg, Trenthorst, 12 - 14 September, 2012. vTI, Braunschweig, 343–346.

Andersson L, Emanuelson U (1985): An epidemiological study of hyperketonaemia in Swedish dairy cows; Determinants and the relation to fertility. *Prev Vet Med* 3: 449–462. DOI 10.1016/0167-5877(85)90006-6.

Arnold R (1984): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von konventionell und alternativ erzeugter Konsummilch. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 35: 66–69.

Badertscher R (2003): Tierwohl und Wirtschaftlichkeit: ein Widerspruch? In: Dabbert S, Grosskopf W, Heidhues F, Zeddies J (Hrsg.), Perspektiven in der Landnutzung. Regionen, Landschaften, Betriebe ; Entscheidungsträger und Instrumente. 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (GEWISOLA) 2003 in Hohenheim. Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup, 525–534.

Baird DG (1982): Primary Ketosis in the High-Producing Dairy Cow: Clinical and Subclinical Disorders, Treatment, Prevention, and Outlook. *J Dairy Sci* 65: 1–10. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(82)82146-2.

Bauer A, Martens H, Thöne-Reineke C (2021): Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh – Interaktion zwischen dem Zuchtziel „Milchleistung“ und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*: 1–9. DOI 10.2376/1439-0299-2021-5.

Bauman DE, Currie BW (1980): Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. *J Dairy Sci* 63: 1514–1529. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0.

Beauchemin KA, Yang WZ, Rode LM (2003): Effects of Particle Size of Alfalfa-Based Dairy Cow Diets on Chewing Activity, Ruminal Fermentation, and Milk Production. *J Dairy Sci* 86: 630–643. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(03)73641-8.

Beeker W, Berendonk C, Spiekers H, Rodehutscord M, Tholen E, Pries M (2006): Weide ja oder nein?, Forum angewandte Forschung 05./06.04.

Benecke C (2019): Klee statt Soja? DLG-Mitteilungen 2019: 71.

Bennedsgaard T, Thamsborg S, Vaarst M, Enevoldsen C (2003): Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livestock Production Science* 80: 121–131. DOI 10.1016/S0301-6226(02)00312-3.

Berchtold M (1982): Fruchtbarkeitsüberwachung auf Herdenbasis. Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. Paul Parey, Berlin–Hamburg: 441–450.

Bergk N, Swalve HH (2011): Der Fett-Eiweiß-Quotient in der Frühlaktation als Indikator für den Verbleib von Erstkalbinnen in der Milchkuhherde. *Züchtungskunde* 83 (2): 89–103.

Blank B, Schaub D, Paulsen HM, Rahmann G (2013): Vergleich von Leistungs- und Fütterungsparametern in ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben in Deutschland. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 63: 21–28.

BMEL (2019a): Nutztierstrategie. Zukunftsfähige Tierhaltung in Deutschland. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Nutztierhaltungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff 20.03.2020).

BMEL (2019b): Zukunftsstrategie ökologischer Landbau. Impulse für mehr Nachhaltigkeit in Deutschland. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/zukunftsstrategie-oekologischer-landbau.html> (Zugriff 08.08.2021).

Brade W (2012): Intensive Tierhaltung und Tiergerechtigkeit–eine fachliche Diskussion am Beispiel der Milchrinderhaltung. *Prakt Tierarzt* 9: 50–58.

Brade W, Brade E (2015): Vor- und Nachteile einer sehr intensiven Milcherzeugung aus der Blickrichtung des Kraftfuttereinsatzes und der Tiergesundheit. *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*, Band 93, Heft 2, August 2015. DOI 10.12767/BUEL.V93I2.53.

Brade W, Hamann H, Brade E, Distl O (2008): Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen. *Züchtungskunde* 80 (2): 127–136.

Brinkmann J (2011): Tiergesundheit in der ökologischen Milchviehhaltung-Status quo sowie (Weiter-) Entwicklung, Anwendung und Beurteilung eines präventiven Konzeptes zur Herdengesundheitsplanung. Göttingen, Georg-August-Universität, Fakultät für Agrarwissenschaften, Dissertation.

- Brinkmann J, March S, Bergschmidt A, Renziehausen C, Starosta S, Osterbuhr M, Wagner K (2017): Untersuchungen zum Einfluss der Wirtschaftsweise auf das Tierwohl von Milchkühen auf Basis des Welfare Quality® Protokolls. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan 7. bis 10 März 2017. Verlag Dr. Köster, Berlin, 510–513.
- Broom DM (1991): Animal welfare: concepts and measurement. *J Anim Sci* 69: 4167–4175. DOI 10.2527/1991.69104167x.
- Broom DM (1996): Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agric. Scand. Sec. A. Anim. Sci. Suppl* 27: 22–28.
- Cai T-Q, Weston PG, La Lund, Brodie B, McKenna DJ, Wagner WC (1994): Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. *American journal of veterinary research* 55: 934–943.
- Chapinal N, Carson M, Duffield TF, Capel M, Godden S, Overton M, Santos JEP, LeBlanc SJ (2011): The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J Dairy Sci* 94: 4897–4903. DOI 10.3168/jds.2010-4075.
- Compton CWR, McDougall S, Young L, Bryan MA (2014): Prevalence of sub-clinical ketosis in mainly pasture-grazed dairy cows in New Zealand in early lactation. *N Z Vet J* 62: 30–37. DOI 10.1080/00480169.2013.823829.
- Cooper RJ, Klopfenstein TJ, Stock RA, Milton CT, Herold DW, Parrott JC (1999): Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *J Anim Sci* 77: 1093–1099. DOI 10.2527/1999.7751093x.
- Curran RD, Weigel KA, Hoffman PC, Marshall JA, Kuzdas CK, Coblentz WK (2013): Relationships between age at first calving; herd management criteria; and lifetime milk, fat, and protein production in Holstein cattle. *The Professional Animal Scientist* 29: 1–9. DOI 10.15232/S1080-7446(15)30188-1.
- Dalton TJ, Parsons R, Kersbergen R, Rogers G (2008): A Comparative Analysis of Organic Dairy Farms in Maine and Vermont: Farm Financial Information from 2004 to 2006. *Maine Agricultural and Forest Experiment Station Bulletin* 851.
- Dauermann A, Kussin M (2020): Anbindehaltung und Weidegang von Milchkühen zwischen öffentlicher Polarisierung und wissenschaftlicher Differenzierung—Eine Analyse verbandspolitischer Argumentationen. *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 29.19: 161–167. DOI 10.15203/OEGA_29.19.

Degarís PJ, Lean IJ, Rabíee AR, Heuer C (2008): Effects of increasing days of exposure to prepartum transition diets on milk production and milk composition in dairy cows. *Aust Vet J* 86: 341–351. DOI 10.1111/j.1751-0813.2008.00335.x.

Deger L (2016): Status-Quo-Analyse der Herdengesundheit und –fruchtbarkeit in ökologisch geführten bayerischen Milchviehbetrieben. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Dissertation.

De Kruif A, Mansfeld R, Hoedemaker M (2006): Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. 2. Aufl. Enke Verlag, Stuttgart.

Delaby L, Faverdin P, Michel G, Disenhaus C, Peyraud JL (2009): Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *Animal* 3: 891–905. DOI 10.1017/S1751731109004212.

Dierchen E (2007): Wirtschaftlichkeit der Jungrinderaufzucht in einem Praxisbetrieb. In: Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (Hrsg.), DGfZ Schriftenreihe. Investieren in die Rinderhaltung? - Entscheidungshilfen für die Betriebsentwicklung (Heft 48), Götz bei Brandenburg 3. Dezember, 80–88.

Dillon P, Snijders S, Buckley F, Harris B, O'Connor P, Mee JF (2003): A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. *Livestock Production Science* 83: 35–42. DOI 10.1016/S0301-6226(03)00042-3.

Dohme-Meier F, Kaufmann LD, Görs S, Junghans P, Metges CC, van Dorland HA, Bruckmaier RM, Mürger A (2014): Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *Livest. Sci.* 162: 86–96. DOI 10.1016/j.livsci.2014.01.006.

Dohoo IR, Martin SW (1984): Subclinical ketosis: prevalence and associations with production and disease. *Can J Comp Med* 48: 1–5.

Dorfner G, Zenger X (2017): Forschungsprojekt „Analyse der Struktur der Milchviehbetriebe mit Anbindehaltung in Bayern“. Abschlussbericht, Freising-Weißenstephan.

Douglas GN, Overton TR, Bateman HG, Dann HM, Drackley JK (2006): Prepartal Plane of Nutrition, Regardless of Dietary Energy Source, Affects Periparturient Metabolism and Dry Matter Intake in Holstein Cows. *J Dairy Sci* 89: 2141–2157. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72285-8.

Drackley JK (1999): Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *J Dairy Sci* 82: 2259–2273. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3.

Duffield TF (2010): Monitoring strategies for metabolic disease in transition cows. Large animal. Proceedings of the North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, USA, 16-20 January 2010: 13–16.

Duffield TF, Lissemore KD, McBride BW, Leslie KE (2009): Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J Dairy Sci* 92: 571–580. DOI 10.3168/jds.2008-1507.

Eilers U, Reyher A, Müller-Lindenlauf M (2017): Leistungen und Entwicklung von Öko-Milchviehbetrieben mit geringem Kraftfuttereinsatz in Baden-Württemberg. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), *Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan 7. bis 10 März 2017*. Verlag Dr. Köster, Berlin.

Eise M (2009): Beurteilung von Interaktionen zwischen Kriterien der Haltungstechnik und der Fruchtbarkeit von Milchkühen am Beispiel von Kühen in Anbindehaltung als Grundlage zur Verbesserung der Haltungsumgebung. Gießen, Justus-Liebig-Universität, Landtechnik sowie Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig und Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit tierärztlicher Ambulanz, Dissertation.

Escribano A (2018): Organic Feed: A Bottleneck for the Development of the Livestock Sector and Its Transition to Sustainability? *Sustainability* 10: 2393. DOI 10.3390/su10072393.

Esposito G, Irons PC, Webb EC, Chapwanya A (2014): Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Anim Reprod Sci* 144: 60–71. DOI 10.1016/j.anireprosci.2013.11.007.

Fölsche C (2012): Milchleistung als ein Faktor der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit. Berlin, Freie Universität Berlin, Dissertation.

Fölsche C, Staufenbiel R (2014): Milchleistung und Umweltfaktoren. *Tierärztl Prax Ausg G* 42: 69–78. DOI 10.1055/s-0038-1623215.

Friggens NC, Berg P, Theilgaard P, Korsgaard IR, Ingvarsen KL, Løvendahl P, Jensen J (2007): Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: evidence of genetically driven body energy change. *J Dairy Sci* 90: 5291–5305. DOI 10.3168/jds.2007-0173.

Fürst C (2006): Züchterische Strategien für die Bio-Rinderzucht. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft: 37–46.

Fürst-Waltl B, Fürst C (2013): Genetische Hintergründe von Merkmalsbeziehungen unter verschiedenen Umweltbedingungen. In: *Rinderzucht Austria* (Hrsg.), *Die beste Kuh für's Gras. Anforderungen an die Zucht bei unterschiedlichen Betriebsintensitäten*, Salzburg 21. März, 47–54.

Galvão KN, Federico P, Vries A de, Schuenemann GM (2013): Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, timed artificial insemination, or a combination. *J Dairy Sci* 96: 2681–2693. DOI 10.3168/jds.2012-5982.

Gantner V, Bobić T, Potočnik K (2016): Prevalence of metabolic disorders and effect on subsequent daily milk quantity and quality in Holstein cows. *Arch. Anim. Breed.* 59: 381–386. DOI 10.5194/aab-59-381-2016.

Garnsworthy PC, Sinclair KD, Webb R (2008): Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal* 2: 1144–1152. DOI 10.1017/S1751731108002358.

Gauly M (2021): Tierwohl in der Landwirtschaft. In: Lintner MM (Hrsg.), *Mensch – Tier – Gott*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 317–336.

Gazzarin C, Höltschi M (2014): Wirtschaftlichkeit von Weidehaltung und Stallhaltung im Vergleich. In: Reidy B, Gregis B, Thomet P. (Hrsg.), *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Internationale Weidetagung, Zollikofen, Schweiz 21. bis 22. August, 17–22.

Geishauser T, Leslie K, Kelton D, Duffield T (1998): Evaluation of Five Cowside Tests for Use with Milk to Detect Subclinical Ketosis in Dairy Cows. *J Dairy Sci* 81: 438–443. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(98)75595-X.

Glatz-Hoppe J, Boldt A, Spiekers H, Mohr E, Losand B (2020): Relationship between milk constituents from milk testing and health, feeding, and metabolic data of dairy cows. *J Dairy Sci* 103: 10175–10194. DOI 10.3168/jds.2019-17981.

Glatz-Hoppe J, Mohr E, Losand B (2019a): Nutzung von Milchinhaltsstoffen zur Beurteilung der Versorgungssituation von Milchkühen. 2. Mitteilung: Bewertungsschema zur Beurteilung der Inhaltsstoffe auf Betriebsebene. *Züchtungskunde* 91: 449–473.

Glatz-Hoppe J, Onken F, Eggert A, Mohr E, Losand B (2019b): Nutzung von Milchinhaltsstoffen zur Beurteilung der Versorgungssituation von Milchkühen. 1. Mitteilung: Milchleistung und Inhaltsstoffe deutscher Milchrindrassen im Vergleich. *Züchtungskunde* 91: 423–448.

Goldhawk C, Chapinal N, Veira DM, Weary DM, Keyserlingk MAG von (2009): Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *J Dairy Sci* 92: 4971–4977. DOI 10.3168/jds.2009-2242.

Göttl M (2022, in Vorbereitung): Einfluss unterschiedlicher ökologischer Haltungssysteme auf wesentliche Tierwohl- und Leistungsparameter bei Milchkühen in Naturlandbetrieben in Bayern. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Dissertation.

Gozho GN, Plaizier JC, Krause DO, Kennedy AD, Wittenberg KM (2005): Sub-acute Ruminal Acidosis Induces Ruminal Lipopolysaccharide Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. *J Dairy Sci* 88: 1399–1403. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(05)72807-1.

Gräter F (2015): Rinderreport Baden-Württemberg 2015. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd.

Groenendaal H, Galligan DT, Mulder HA (2004): An Economic Spreadsheet Model to Determine Optimal Breeding and Replacement Decisions for Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 87: 2146–2157. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(04)70034-X.

Gröhn YT, Rajala-Schultz PJ (2000): Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 60-61: 605–614. DOI 10.1016/S0378-4320(00)00085-3.

Gruber L, Urdl M, Obritzhauser W, Schauer A, Häusler J (2015): Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuh in der Trockenstehzeit und zu Laktationsbeginn: Produktionsdaten und Stoffwechsel, 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung gemäß Fortbildungsplan des Bundes. Milchmarkt und Züchtung, Konservierungsverfahren Heu, Rindermast und Fleischqualität, Milchviehfütterung, Tierische Produktion und Klima ; 25. und 26. März 2015, Raumberg-Gumpenstein. Höhere Bundes- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 95–125.

Grummer RR (1995): Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J Anim Sci* 73: 2820–2833. DOI 10.2527/1995.7392820x.

Grummer RR, Mashek DG, Hayirli A (2004): Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20: 447–470. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.06.013.

Hadatsch S, Kratochvil R, Vabitsch A, Freyer B (2000): Potenziale der biologischen Landwirtschaft zur Entlastung des Natur- und Landschaftshaushaltes im Marchfeld. <https://orgprints.org/4121/> (Zugriff 20.07.2021).

Haile-Mariam M, Morton JM, Goddard ME (2003): Estimates of genetic parameters for fertility traits of Australian Holstein-Friesian cattle. *Anim. Sci.* 76: 35–42. DOI 10.1017/S1357729800053297.

Hardeng F, Edge VL (2001): Mastitis, Ketosis, and Milk Fever in 31 Organic and 93 Conventional Norwegian Dairy Herds. *J Dairy Sci* 84: 2673–2679. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(01)74721-2.

Härle C (2010): Ökonomische Analyse des Betriebszweiges Milchproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit. München, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Dissertation.

Harms J, Römer A, Boldt A (2018): Je Kuh und Jahr ein Kalb—Ist das noch ökonomisch und aus Sicht des Tierwohls sinnvoll? In: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. Gesunde Milchkühe – Ergebnisse aus den Testherden MV, 46–49.

Heine P (2018): Handlungsempfehlung zur Kälberhaltung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Freising-Weihenstephan, Technische Universität München, HSWT - Tierproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft, Masterarbeit.

Herdt TH (2000): Ruminant Adaptation to Negative Energy Balance. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 16: 215–230. DOI 10.1016/S0749-0720(15)30102-X.

Heuer C, Schukken YH, Dobbelaar P (1999): Postpartum Body Condition Score and Results from the First Test Day Milk as Predictors of Disease, Fertility, Yield, and Culling in Commercial Dairy Herds. *J Dairy Sci* 82: 295–304. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7.

Hoeben D, Burvenich C, Massart-Leën A-M, Lenjou M, Nijs G, van Bockstaele D, Beckers J-F (1999): In vitro effect of ketone bodies, glucocorticosteroids and bovine pregnancy-associated glycoprotein on cultures of bone marrow progenitor cells of cows and calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 68: 229–240. DOI 10.1016/S0165-2427(99)00031-8.

Horn M, Knaus W, Kirner L, Steinwigger A (2013a): Betriebswirtschaftliches Potential der Nutzungsdauer von Milchkühen in der biologischen Landwirtschaft. Fachtagung für biologische Landwirtschaft: 89–91.

Horn M, Steinwigger A, Gasteiner J, Podstatzky L, Haiger A, Zollitsch W (2013b): Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livestock Science* 153: 135–146. DOI 10.1016/j.livsci.2013.01.011.

Horn M, Steinwigger A, Pfister R, Zollitsch W (2014): Vergleiche österreichischer Kuhtypen in einem alpinen Low-Input (LI)-Weidesystem. In: Reidy B, Gregis B, Thomet P. (Hrsg.), Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Internationale Weidetagung, Zollikofen, Schweiz 21. bis 22. August, 71.

Hultgren J, Manske T, Bergsten C (2004): Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. *Prev Vet Med* 62: 233–251. DOI 10.1016/j.prevetmed.2004.01.002.

Inchaisri C, Jorritsma R, Vos PLAM, van der Weijden GC, Hogeveen H (2010): Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 74: 835–846. DOI 10.1016/j.theriogenology.2010.04.008.

- Ingvartsen KL, Andersen JB (2000): Integration of Metabolism and Intake Regulation: A Review Focusing on Periparturient Animals. *J Dairy Sci* 83: 1573–1597. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(00)75029-6.
- Iwersen M, Falkenberg U, Voigtsberger R, Forderung D, Heuwieser W (2009): Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J Dairy Sci* 92: 2618–2624. DOI 10.3168/jds.2008-1795.
- Jahnke B (2002): Sicherung einer guten Fruchtbarkeit in Hochleistungsherden. http://www.portalrind.de/data/artikel/39/forschungsbericht_reproduktion_fzt.pdf (Zugriff 23.08.2019).
- Janowitz U (2009): Fruchtbarkeitsstörung und hormonelle Zyklussteuerung, Götz.
- Kaniber M (2021): Landwirtschaft 2030: nachhaltig, smart, fair. Regierungserklärung. 20.05.2021. https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/regierungserklaerung2021_brosch_a4.pdf. (Zugriff 28.05.2021)
- Kaske M, Horstmann K, Seggewiß S, Flachowsky G, Meyer U (2006): Die Futeraufnahme der „Transition Cow“: Schlüssel für die Tiergesundheit. *Landbauforschung Völkenrode SH* 299: 29–42.
- Kaufmann LD, Münger A, Rerat M, Junghans P, Görs S, Metges CC, Dohme-Meier F (2011): Energy expenditure of grazing cows and cows fed grass indoors as determined by the ¹³C bicarbonate dilution technique using an automatic blood sampling system. *J Dairy Sci* 94: 1989–2000. DOI 10.3168/jds.2010-3658.
- Kiefer LR (2014): Gesamtbetriebliche Analyse von Weidebetrieben und Weidesystemen in der Milchviehhaltung in unterschiedlichen Regionen Süddeutschlands. Hohenheim, Universität Hohenheim, Fakultät Agrarwissenschaften, Dissertation.
- Kirchgeßner M, Kreuzer M, Roth-Maier DA (1986): Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows. *Arch Tierernähr* 36: 192–197. DOI 10.1080/17450398609425260.
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen, J. P. T. M. (2003): Subacute Ruminant Acidosis (SARA): a Review. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 50: 406–414. DOI 10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x.
- Knaus W (2009): Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agric.* 89: 1107–1114. DOI 10.1002/jsfa.3575.
- Knierim U (1998): Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit. In: KTBL (Hrsg.), Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 40–50.

- Köck A, Fürst-Waltl B, Egger-Danner C, Fürst C, Obritzhauser W (2010): Fokus Fruchtbarkeit: Aktuelles aus dem Bereich Fruchtbarkeitsstörungen. In: Rinderzucht Austria (Hrsg.), Neue Lösungen für eine erfolgreiche und verantwortungsvolle Tierzucht. Gesundheitsmonitoring und genomische Selektion, Salzburg 18. März, 25–33.
- Kohler S, Blättler T, Wanner K, Schäublin H, Müller C, Spring P (2004): Projekt Opti-Milch: Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe. *Agrarforschung* 11: 180–185.
- Kohnen H, Schellberg J, Ettelbrück LTA (2009): Futterkosten, Milchleistungskurven und Fruchtbarkeit von hochleistenden Milchkühen mit Weidegang Resultate des FILL-Weideprojektes 2003-2008. Internationale Weidetagung 2009: 81–85.
- Krause KM, Oetzel GR (2006): Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology* 126: 215–236. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2005.08.004.
- Kreher M, Stamnitz E (2010): Empfehlung für Herdenparameter. https://www.tierarzt-ee.de/files/seiteninhalt/herdenparameter_milch-khe_20101004-151536.000000.pdf (Zugriff 22.01.2020).
- Krieger M, Sjöström K, Blanco-Penedo I, Madouasse A, Duval JE, Bareille N, Fourichon C, Sundrum A, Emanuelson U (2017): Prevalence of production disease related indicators in organic dairy herds in four European countries. *Livestock Science* 198: 104–108.
- Kristensen T, Kristensen ES (1998): Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. *Livestock Production Science* 54: 55–65. DOI 10.1016/S0301-6226(97)00053-5.
- Krpálková L, Cabrera VE, Kvapilík J, Burdych J, Crump P (2014): Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability. *J Dairy Sci* 97: 6573–6582. DOI 10.3168/jds.2013-7497.
- Krutzinna C, Boehncke E, Hermann H-J (1996): Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau. *Berichte über Landwirtschaft* 74: 461–480.
- LeBlanc S (2010): Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J Reprod Dev* 56 Suppl: 29-35. DOI 10.1262/jrd.1056s29.
- Leisen E (2014): Weidebasierte Milchviehhaltung in Deutschland. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*: 98–101.
- Leisen E, Mersch F, Heimberg P (2013): Körperkondition, Gesundheit und Leistung von Öko-Milchkühen 2003 bis 2010 - Einfluss des Abkalbezeitraumes. In: Neuhoff D, Stumm C, Ziegler S (Hrsg.), Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung 5. - 8. März. Köster, Berlin.

Leisen E, Uhlig V (2017): Weideumfang und Wirtschaftlichkeit–9-jährige Auswertung von 39 Öko-Milchviehbetrieben. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan 7. bis 10 März 2017. Verlag Dr. Köster, Berlin, 496–499.

LfL (2021): Der Ökologische Zuchtwert. <https://www.lfl.bayern.de/itz/rind/018887/index.php> (Zugriff 19.09.2021).

LKV Bayern (2013): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2013. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2013.pdf (Zugriff 04.11.2019).

LKV Bayern (2014): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2014. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2014.pdf (Zugriff 04.11.2019).

LKV Bayern (2015): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2015. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2015.pdf (Zugriff 04.11.2019).

LKV Bayern (2016): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2016. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2016.pdf (Zugriff 04.12.2020).

LKV Bayern (2017): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2017. <http://www.lkv.bayern.de/lkv/veroeffentlichungen.html> (Zugriff 15.02.2021).

LKV Bayern (2018): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2018. <http://www.lkv.bayern.de/lkv/veroeffentlichungen.html> (Zugriff 15.07.2019).

LKV Bayern (2019): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2019. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_jahresbericht2019.pdf (Zugriff 15.02.2021).

LKV Bayern (2020): Jahresberichte aus den Leistungsprüfungen. Milchleistungsprüfung in Bayern 2020. <https://www.lkv.bayern.de/lkv-bayern/#veroeffentlichungen>.

LKV Bayern (2021): Das LKV Bayern - für Bayern's Tierhalter. <https://www.lkv.bayern.de/lkv-bayern/#daslkvbayernstellt sich vor> (Zugriff 19.09.2021).

Lotthammer K-H, Wittkowski G (1994): Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. 33 Farbfotos, 134 Schwarzweißfotos und Zeichnungen, 74 Tabellen. Ulmer, Stuttgart.

Lucy MC (2001): Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *J Dairy Sci* 84: 1277–1293. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0.

Macrae AI, Burrough E, Forrest J, Corbishley A, Russell G, Shaw DJ (2019): Risk factors associated with excessive negative energy balance in commercial United Kingdom dairy herds. *Vet J* 250: 15–23. DOI 10.1016/j.tvjl.2019.06.001.

Mahlkow-Nerge K, Tischer M, Zieger P (Hrsg.) (2005): Modernes Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind. Ein Leitfaden aus der Praxis für die Praxis. AgroConcept GmbH, Bonn.

Mansfeld R, De Kruif A, Hoedemaker M, Heuwieser W (1999): Fruchtbarkeitsüberwachung auf Herdenbasis. In: Grunert E, Kruif A de (Hrsg.), *Fertilitätsstörung beim weiblichen Rind*. 3. Aufl. Parey Verlag, Berlin, 337–350.

Mansfeld R, Heuwieser W (2003): Beurteilung der Bestandssituation. Aktuelles zum Umgang mit Fruchtbarkeitskennzahlen, Themenkreis: Aktuelles zur Fortpflanzung beim Rind, Münster 25. bis 28. September.

Mansfeld R, Hoedemaker M, De Kruif A (2014): Jungviehaufzucht und Färsenmanagement. In: De Kruif A, Mansfeld R, Hoedemaker M (Hrsg.), *Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind*. 88 Tabellen. 3., überarb. Aufl. Enke, Stuttgart, 169–198.

Manteca X, Villalba JJ, Atwood SB, Dziba L, Provenza FD (2008): Is dietary choice important to animal welfare? *Journal of Veterinary Behavior* 3: 229–239. DOI 10.1016/j.jveb.2008.05.005.

March S, Brinkmann J, Müller J, Winckler C (2017): Welchen Einfluss hat der Weidegang auf die Gesundheit von Milchkühen? Erste Ergebnisse von Auswertungen umfangreicher Praxiserhebungen in der ökologischen Milchviehhaltung. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), *Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan 7. bis 10 März 2017*. Verlag Dr. Köster, Berlin, 546–549.

Marston SP, Clark GW, Anderson GW, Kersbergen RJ, Lunak M, Marcinkowski DP, Murphy MR, Schwab CG, Erickson PS (2011): Maximizing profit on New England organic dairy farms: an economic comparison of 4 total mixed rations for organic Holsteins and Jerseys. *J Dairy Sci* 94: 3184–3201. DOI 10.3168/jds.2010-3778.

Martens H (2012): Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird!, *Milchproduktion - Status quo und Anpassung an zukünftige Herausforderungen*. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung gemäß Fortbildungsplan des Bundes ; 25. und 26. April 2012. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 35–42.

Mayne CS, Peyraud JL (1996): Recent advances in grassland utilization under grazing and conservation, 16. EGF Meeting "Grassland and use systems", Ireland, 347–360.

McArt J, Nydam DV, Ospina PA, Oetzel GR (2011): A field trial on the effect of propylene glycol on milk yield and resolution of ketosis in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *J Dairy Sci* 94: 6011–6020. DOI 10.3168/jds.2011-4463.

McArt JAA, Nydam DV, Oetzel GR (2012): Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *J Dairy Sci* 95: 5056–5066. DOI 10.3168/jds.2012-5443.

McNamara JP (1991): Regulation of Adipose Tissue Metabolism in Support of Lactation. *J Dairy Sci* 74: 706–719. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(91)78217-9.

Mogensen L, Kristensen T, Danfær A (2007): Prototyping of Organic Dairy Production Systems Self-sufficient with Feed—Consequences on Productivity, Economy and Nutrient Balance. *Biological Agriculture & Horticulture* 25: 13–35. DOI 10.1080/01448765.2007.10823206.

Mohd Nor N, Steeneveld W, van Werven T, Mourits MCM, Hogeveen H (2013): First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *J Dairy Sci* 96: 981–992. DOI 10.3168/jds.2012-5741.

Müller KW (2000): Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Trächtigkeitsuntersuchung mittels Ultraschall zwischen dem 20. und 34. Tag nach der künstlichen Besamung bei Kühen und Färsen. Berlin, Freie Universität Berlin, Dissertation.

Müller U, Sauerwein H (2005): Gegenüberstellung der Milchqualität und des Gesundheitsstatus von Milchkühen von ökologisch bewirtschafteten Betrieben im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden Betrieben im Rheinland, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 134; 168 Seiten.

Nauta WJ, Baars T, Bovenhuis H (2006): Converting to organic dairy farming: Consequences for production, somatic cell scores and calving interval of first parity Holstein cows. *Livestock Science* 99: 185–195. DOI 10.1016/j.livprodsci.2005.06.013.

Nauta WJ, Baars T, Groen AF, Veerkamp RF, Roep D (2001): Animal breeding in organic farming: Discussion paper.

Nordlund KV, Garrett EF, Oetzel GR (1995): Herd-based rumenocentesis—a clinical approach to the diagnosis of sub acute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*: 48–56.

Oetzel GR (2000): Clinical aspects of ruminal acidosis in dairy cattle. In: American Association of Bovine Practitioners (Hrsg.), Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, Rapid City, South Dakota, USA September 21-23, 46–53.

Oetzel GR (2003): Subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Advances in Dairy Technology* 15: 307–317.

Oetzel GR (2004): Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20: 651–674. DOI 10.1016/j.cvfa.2004.06.006.

Ofner-Schröck E, Guggenberger T, Scherzer E, Steinwider A (2020): Fühlen sich meine Kühe wohl? Erste Ergebnisse zur Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Betriebsmanagement-Tool FarmLife. In: HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft. Web-Konferenz 2020. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 139–156.

Oltenacu PA, Broom DM (2010): The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal welfare* 19: 39–49.

Opsomer G, Mijten P, Coryn M, Kruif A de (1996): Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Vet Q* 18: 68–75. DOI 10.1080/01652176.1996.9694620.

Østergaard S, Friggens NC, Chagunda MGG (2005): Technical and economic effects of an inline progesterone indicator in a dairy herd estimated by stochastic simulation. *Theriogenology* 64: 819–843. DOI 10.1016/j.theriogenology.2004.10.022.

Patel M, Wredle E, Spörndly E, Bertilsson J, Kumm K-I (2013): Profitability of organic and conventional dairy production with different dietary proportions of high-quality grass silage. *Organic Agriculture* 3: 31–39. DOI 10.1007/s13165-013-0043-1.

Peisker K, Staufenbiel R, Engelhard T, Pieper L (2019): Verlauf der nach 3 unterschiedlichen Formeln berechneten Energiebilanz bei Holstein-Friesian-Kühen in der Früh-laktation. *Tierarztl Prax Ausg G* 47: 346–354. DOI 10.1055/a-1019-7511.

Pfister P, Kaufmann T, Fellay E, Hirsbrunner G (2011): Erhebung von Fruchtbarkeitsdaten der Eringerrasse von 2003-2007. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 153: 7–13. DOI 10.1024/0036-7281/a000136.

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW (2008): Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Vet J* 176: 21–31. DOI 10.1016/j.tvjl.2007.12.016.

- Plasse D, Koger M, Warnick AC (1965): Länge der Zwischenkalbezeit und Zeitpunkt der Konzeption in Beziehung zu Kalbung und Beginn der Decksaison in vier Herden reinrassiger Brahmankühe in Florida. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A* 12: 250–262. DOI 10.1111/j.1439-0442.1965.tb00313.x.
- Pryce JE, Royal MD, Garnsworthy PC, Mao IL (2004): Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Production Science* 86: 125–135. DOI 10.1016/S0301-6226(03)00145-3.
- Przewozny A, Peters KJ (2012): Präferenzen für Besamungsbullen in Milchviehbetrieben-eine empirische Untersuchung in Brandenburg. *Züchtungskunde* 84: 474–484.
- Rehn H, Berglund B, Emanuelson U, Tengroth G, Philipsson J (2000): Milk Production in Swedish Dairy Cows Managed for Calving Intervals of 12 and 15 Months. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 50: 263–271. DOI 10.1080/090647000750069458.
- Reksen O, Tverdal A, Ropstad E (1999): A Comparative Study of Reproductive Performance in Organic and Conventional Dairy Husbandry. *J Dairy Sci* 82: 2605–2610. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(99)75515-3.
- Roche JR, Berry DP, Kolver ES (2006): Holstein-Friesian Strain and Feed Effects on Milk Production, Body Weight, and Body Condition Score Profiles in Grazing Dairy Cows. *J Dairy Sci* 89: 3532–3543. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72393-1.
- Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP (2009): Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J Dairy Sci* 92: 5769–5801. DOI 10.3168/jds.2009-2431.
- Römer A (2011): Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. *Züchtungskunde* 83: 8–20.
- Rößler R, Herold P, Weidele A, Zárate AV (2013): Definition nutzerspezifischer Zuchtziele für Braunvieh und Hinterwälder Rind in Baden-Württemberg. *Züchtungskunde* 3: 173–187.
- Rossow N (2003): Die Energiebilanzsituation der Milchkuh in der Früh lactation. <http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=49>. (Zugriff 26.09.2019).
- Rozzi P, Miglior F, Hand KJ (2007): A Total Merit Selection Index for Ontario Organic Dairy Farmers. *J Dairy Sci* 90: 1584–1593. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(07)71644-2.
- Rutten CJ, Steeneveld W, Inchaisri C, Hogeveen H (2014): An ex ante analysis on the use of activity meters for automated estrus detection: To invest or not to invest? *J Dairy Sci* 97: 6869–6887. DOI 10.3168/jds.2014-7948.

Rütz A (2010): Untersuchung verschiedener Parameter auf ihre Eignung zur Bewertung der Tiergerechtheit von Laufställen für Milchkühe im Rahmen eines On-farm welfare assessment. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Dissertation.

Schichtl V (2007): Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchqualität und allgemeine gesundheitsmerkmale in einem automatischen Melksystem. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre der Tierärztlichen Fakultät, Dissertation.

Schmidtke J (2007): Zuchtplanerische Bewertung verschiedener Strategien für die nachhaltige Zucht ökologischer Milchrinder. Göttingen, Georg-August-Universität, Fakultät für Agrarwissenschaften, Dissertation.

Schmiedel C (2008): Einfluss ausgewählter Erkrankungen auf die Ökonomie in der Milchviehhaltung. Berlin, Freie Universität Berlin, Klinik für Kleintiere des Fachbereiches Veterinärmedizin, Dissertation.

Schmitz R (2018): Changes of performance, energy efficiency, ruminal fermentation and animal health depending on energy concentration in roughage and amounts of concentrates in dairy cows during early lactation. Hannover, Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation.

Schulz F, Warnecke S, Paulsen HM, Rahmann G (2013): 4.8 Unterschiede der Fütterung ökologischer und konventioneller Betriebe und deren Einfluss auf die Methan-Emission aus der Verdauung von Milchkühen. In: Hülsbergen K-J, Rahmann G (Hrsg.), Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme. Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, 189–205.

Sebold C (2021): Der Landtag debattierte über das Tierwohl in der Landwirtschaft. Expertenanhörung zum Tierwohl. Süddeutsche Zeitung/kafe.

Seggewiß S (2004): Überprüfung der Bedeutung von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der Energie-, Protein- und Strukturversorgung von HF-Kühen. Hannover, Tierärztliche Hochschule Hannover, Dissertation.

Spöhr M (2009): Interpretation von Milchleistungsdaten zur Überwachung der Fütterung, Stoffwechsel- und Eutergesundheit. Veterinär Spiegel 19: 160–162. DOI 10.1055/s-0029-1185978.

Sprengel D (2009): Anbindehaltung bei Milchkühen in Bayern. Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2011): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung Landwirtschaftszählung/Agrarstrukturserhebung 2010.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2021): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Stallhaltung, Weidehaltung Landwirtschaftszählung.

Staufenbiel R, Schröder U, Gelfert C-C, Panicke L (2003): Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit und allgemeiner Gesundheit von Milchkühen. Arch. Anim. Breed. 46: 513–526. DOI 10.5194/aab-46-513-2003.

Steinhöfel I (2005): Beziehungen der Aufzuchtintensität zur Leistungsbereitschaft von Milchkühen, Dummerdorf.

Steinwigger A (2013): Sinnvoller Leistungsbereich in der Bio-Milchviehhaltung, Milchviehtag - Bio-Austria Bauerntage 2013.

Steinwigger A, Starz W (2006): Sind unsere Kühe für die Weide noch geeignet? Tagungsband, 13. Freiland-Tagung: 37–43.

Steinwigger A, Starz W, Gotthardt A, Pfister R, Rohrer H, Danner M, Schröcker R, Rudlstorfer S, Raumberg-Gumpenstein LF, Salzburg BA (2014): Ergebnisse österreichischer Bio-Milchviehbetriebe bei angestrebter Reduktion des Kraftfuttereinsatzes. In: Wiesinger K, Cais K (Hrsg.), Öko-Landbau-Tag. Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Triesdorf 9. April, 36–41.

Stock R (2000): Acidosis in cattle: an overview. In: American Association of Bovine Practitioners (Hrsg.), Proceedings of the 33rd Annual Convention of the American Association of Bovine Practitioners, Rapid City, South Dakota, USA September 21-23, 30–37.

Stocker F (2005): Grenzen der Vollweidehaltung von Milchkühen in Bezug auf Ökonomie und Mensch. In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Bericht / Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft zum Thema „Low-Input“ Milchproduktion bei Vollweidehaltung. Eiweißversorgung in der biologischen Nutztierfütterung. BAL, Irdning, 27–34.

Strandberg E (1992): Lifetime Performance in Dairy Cattle: Definition of Traits and Influence of Systematic Environmental Factors. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science 42: 71–81. DOI 10.1080/09064709209410112.

Suriyasathaporn W, Heuer C, Noordhuizen-Stassen EN, Schukken YH (2000): Hyperketonemia and the impairment of udder defense: a review. Vet Res 31: 397–412. DOI 10.1051/vetres:2000128.

Suthar VS, Canelas-Raposo J, Deniz A, Heuwieser W (2013): Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. J Dairy Sci 96: 2925–2938. DOI 10.3168/jds.2012-6035.

Tremblay M, Kammer M, Lange H, Plattner S, Baumgartner C, Stegeman JA, Duda J, Mansfeld R, Döpfer D (2018): Identifying poor metabolic adaptation during early lactation in dairy cows using cluster analysis. *J Dairy Sci* 101: 7311–7321. DOI 10.3168/jds.2017-13582.

Valle PS, Lien G, Flaten O, Koesling M, Ebbesvik M (2007): Herd health and health management in organic versus conventional dairy herds in Norway. *Livestock Science* 112: 123–132. DOI 10.1016/j.livsci.2007.02.005.

van Knegsel A, van den Brand H, Dijkstra J, van Straalen WM, Heetkamp M, Tamminga S, Kemp B (2007): Dietary Energy Source in Dairy Cows in Early Lactation: Energy Partitioning and Milk Composition. *J Dairy Sci* 90: 1467–1476. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(07)71632-6.

Vlček M, Candrák J, Kasandra R (2016): Fat-to-protein ratio: Evaluation of metabolic disorders and milk yield. *Acta agriculturae Slovenica* 5: 76–79.

VO (EU) Nr. 2018/848 (2018): Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates.

Volling O, Jahnke M, Krömker V (2011): Untersuchung zur Beziehung zwischen dem Fütterungsmanagement und der Wirtschaftlichkeit von ökologisch gehaltenen Milchkühen. In: Leithold G, Becker K, Brock C, Fischinger S, Spiegel A-K, Spory K, Wilbois K-P, Williges U (Hrsg.), *Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Band 2: Tierproduktion, Sozioökonomie, Gießen 15.-18. März*, 92–95.

Volling O, Poddey E, Krömker V (2010): Ökonomischer Gewinn und Indikatoren der Tiergesundheit in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. *Tierärztl Prax Ausg G* 38: 348–356. DOI 10.1055/s-0038-1624006.

Wagner K, Brinkmann J, March S, Hinterstoißer P, Warnecke S, Schüler M, Paulsen H (2017): Welchen Einfluss hat der Weidegang auf das Tierwohl von Milchkühen? Erste Ergebnisse des Welfare Quality® Protokolls bei ganzjähriger Stallhaltung und Sommerweidegang. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K, Hülsbergen K-J (Hrsg.), *Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan 7. bis 10 März 2017*. Verlag Dr. Köster, Berlin, 514–517.

Wangler A, Blum E, Böttcher I, Sanftleben P (2009): Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion. *Züchtungskunde* 81: 341–360.

Weaver LD (1986): Reproductive management programs for large dairies. In: Morrow DA (Hrsg.), Current therapy in theriogenology. Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals. 2. ed., Philadelphia, Pa., 383–389.

Wehrend A (2014): Kennzahlen zur Fruchtbarkeit und deren Interpretation, 6. Tierärztetagung Raumberg-Gumpenstein 2014. Tierärztliche Bestandsbetreuung - Fokus Fruchtbarkeit, 23. - 24. Mai 2014. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 5–8.

Wiedenhöft D (2005): Einfluss von Lahmheiten auf die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen. Hannover, Tierärztliche Hochschule Hannover, Klinik für Rinder, Dissertation.

Winckler C, Steinbach J (1991): Nutztierethologische Untersuchungen in Milchviehbetrieben. Fütterung, Gesundheit und Fruchtbarkeit. Ökologie und Landbau 80: 12–14.

Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL (Hrsg.) (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Kurzfassung des Gutachtens, Berlin.

Xu C, Shen T, Yang W, Yu H, Gao S, Huang B (2016): The Effect of Subacute Ruminant Acidosis of Dairy Cows on Productivity, Digestibility and Greenhouse Gas Emission. The Journal of Agricultural Science 8: 92. DOI 10.5539/jas.v8n4p92.

Zube P, Franke C (2007): Abschlussbericht: Fruchtbarkeit von Milchkühen in Brandenburg. Untersuchungen zum Fruchtbarkeitsmanagement. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (Hg.), Potsdam.

11 Anhang

Anhang I: LKV-Einverständniserklärung der Landwirte

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler

Am Staudengarten 1

85354 Freising

Liebe Landwirte

Wie bereits im Anschreiben angesprochen, würden wir gerne Ihre Zeit so wenig wie nötig beanspruchen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, würde es uns freuen, wenn Sie uns Ihre LKV – MLP – Daten und Ihre Tierwohlchecklisten der Betriebskontrollen von Naturland zur Verfügung stellen, damit wir diese für die Erhebung auswerten können.

Selbstverständlich werden diese Daten nicht an Dritte weitergegeben, und nur so in die Studie mit einbezogen, dass man sie nicht auf Ihren Betrieb Rückverfolgen kann.

Falls Sie damit einverstanden sind, bitten wir Sie, die nachfolgende Einverständniserklärung zu unterschreiben.

Vielen lieben Dank!

Paula Heine und Mona Göttl

Hiermit bestätige ich

.....,

dass die LKV Daten meines Betriebes und die Tierwohlchecklisten für die Status-Quo Erhebung von Paula Heine und Mona Göttl eingesehen und verwendet werden dürfen.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

12 Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei meiner Doktormutter PD Dr. Elke Rauch bedanken. Nicht nur für die Möglichkeit dieser Doktorarbeit, sondern auch für die freie Handhabung während der Ausarbeit bei gleichzeitig immer einem offenen Ohr!

Herrn Prof. Dr. Dr. Michael Erhard möchte ich für die großartige Möglichkeit danken, diese Arbeit an seinem Lehrstuhl anfertigen zu dürfen!

Großer Dank gilt meiner Mentorin Frau Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler, für die Unterstützung der letzten Jahre, für die viele konstruktive Kritik und die Möglichkeit selbstständig zu arbeiten.

Dir, liebe Carola Sauter-Louis, möchte ich herzlich Danke sagen für die genialen SPSS-Meetings und für das Beantworten meiner nicht enden wollenden Fragen zu sämtlichen Statistikangelegenheiten!

Ebenfalls möchte ich mich bei Naturland und bei Stephan Scholz für die Unterstützung bei dieser Studie und die gute Zusammenarbeit bedanken.

Ein ganz besonderer Dank geht an alle Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter, die sich die Zeit genommen haben, Einblicke in ihren Betrieb zu gewähren und für alle Fragen offen waren. Ihre herzliche Art und Ihr Engagement haben diese Arbeit erst ermöglicht.

Auch möchte ich mich bei Mona Göttl bedanken, für die gute Teamarbeit bei den nicht enden wollenden Betriebsbesuchen und dem gegenseitigen Anspornen über die teils zache Zeit.

Danken möchte ich auch meinen guten Freunden, für die vielen Jahre bester Freundschaft und Unterstützung bei all meinen Ideen, den vielen Umzügen und den entspannten Abenden!

Zuletzt möchte ich meinen Eltern und meinem Bruder Danke sagen. Ihr habt mir die gesamten Jahre Rückhalt gegeben - sei es finanziell, mit einer guten Flasche Wein oder dem richtigen Wort zu rechter Zeit. Danke dass ihr mich bedingungslos unterstützt, mich motiviert und mich auffängt. Ohne Euch wäre ich wohl nicht der Mensch, der ich jetzt bin und diese Doktorarbeit wäre niemals fertig.

DANKE