

Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens (Weidekuh II)

Economic evaluation of breeding strategies in pasture based systems for improving dairy cattle health and welfare

FKZ: 12NA035

Projektnehmer:

Universität Kassel, FB11
Fachgebiet Tierzucht
Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 98-1582
Fax: +49 5542 98-1589
E-Mail: sekr.tierzucht@uni-kassel.de
Internet: www.uni-kassel.de

Autoren:

König, Sven; Brügemann, Kerstin; Möller, Detlev; Uhlig, Verena

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

Abschlussbericht

zu dem Projekt

WEIDEKUH II:

Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in
Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der
Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens



Förderkennzeichen: 2812NA035

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2013 bis 31.03.2017

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.



Zuwendungsempfänger:

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften (FB11)
Fachgebiet Tierzucht
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen

Förderkennzeichen:

2812NA035

Vorhabenbezeichnung:

„WEIDEKUH II: Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktions-
systemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“

Laufzeit des Vorhabens:

01.08.2013 bis 31.03.2017

Kontaktdaten (Kordinator):

Prof. Dr. Sven König (bis 15.07.16; danach Annahme des Rufs auf eine W3-Professur für
Tierzüchtung an der Universität Gießen und seitdem Koordination durch Prof. Dr. Möller)
Fachbereich ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel,
Professur für Tierzucht (**TZKS**)
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Tel.: 05542-981677
Email: sven.koenig@agrar.uni-giessen.de

Wissenschaftliche Projektpartner:

Prof. Dr. Detlev Möller
Fachbereich ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel,
Professur für Betriebslehre (**BLKS**)
Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, Tel.: 05542-981330
Email: d.moeller@uni-kassel.de

Kooperationspartner im Projekt, aber keine Finanzierung aus Projektmitteln:

Dr. Uta König von Borstel
Produktionssysteme der Nutztiere, Universität Göttingen (**PSGOE**)
Albrecht-Thaer-Weg 3, 37075 Göttingen

Dr. Edmund Leisen
Landwirtschaftskammer NRW, Fachbereich ökologischer Landbau (**LWKÖL**)
Nevinghoff 40, 48147 Münster

Dr. Jürgen Hartmann
Rinder-Union-West (**RUW**)
Schiffahrter Damm 235a, 48147 Münster

Mona Suchy
Hessischer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V. (**HVL**)
An der Hessenhalle 1, 36304 Alsfeld

Autoren:

Fachgebiet Tierzucht:

Prof. Dr. Sven König

Dr. Kerstin Brügemann,

Fachgebiet Betriebswirtschaft:

Prof. Dr. Detlev Möller

Verena Uhlig

Kurzfassung

WEIDEKUH II: Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens

Im Jahr 2010 wurde das Projekt 'WEIDEKUH I' begonnen, welches im Wesentlichen auf der Initiative von milchkuhhaltenden Betrieben basierte und somit von der Praxis an die Wissenschaft herangetragen wurde. Zielsetzung war, für das Produktionssystem 'Weide' die geeignete genetische Grundlage zu identifizieren. Für den Vergleich von unterschiedlichen Holstein Friesian (HF)-Genotypen standen Töchter aus der Anpaarung mit neuseeländischen Bullen und leistungsstarken Milchvererbern sowie für Weidesysteme empfohlenen Bullen aus Deutschland zur Verfügung. Als weitere Vergleichsgruppe diente die Ursprungsrasse der heutigen HF, das Deutsche Schwarzbunte Niederungsrind (DSN). In WEIDEKUH II wurden neben Produktionsmerkmalen aus der routinemäßigen Leistungsprüfung und Merkmalen der Fruchtbarkeit zusätzlich funktionale Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens auf den Betrieben erhoben. Diese sind von elementarer Bedeutung für ökologische Zuchtprogramme oder das Züchten in weidebasierten Haltungssystemen. Die Datenerfassung für eine weite Bandbreite an Merkmalen in Kombination mit einer umfassenden ökonomischen Bewertung der Milchviehhaltung in weidebasierten Produktionssystemen erlaubt a) Untersuchungen zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen, b) die Ableitung ökonomischer Gewichte für Produktions- und funktionale Merkmale in Weidesystemen, c) die Entwicklung eines Gesamtzuchtwertes für Weidebetriebe und entsprechende Rangierung von Bullen und d) die Identifizierung von ökonomischen Kriterien für erfolgreiche Milchviehhaltung in weidebasierten Haltungssystemen. WEIDEKUH II ist die Voraussetzung zur Implementierung und Ausdehnung weidebasierter Produktionssysteme in Deutschland. Auf Grundlage der generierten Daten können anhand des entwickelten Gesamtzuchtwertes sowohl der am besten geeignete Genotyp als auch die wertvollsten Bullen über Genotypen hinweg identifiziert werden und betriebliche Strategien zur Maximierung des Betriebsgewinns entwickelt werden.

Economic evaluation of breeding strategies in pasture based systems for improving dairy cattle health and welfare (WEIDEKUH II)

WEIDEKUH II is designed based on existing infrastructure of the project WEIDEKUH I. Existing infrastructure implies an available consortium of participating dairy cattle farmers, breeding organizations and scientific researchers organizing progeny testing of different Holstein Friesian genotypes (HF from New Zealand, HF and DSN from Germany) in pasture based systems. Limited resources of WEIDEKUH I only allow breed comparisons for routinely measured traits, implying that currently there is a pronounced focus on production traits. However, organic breeding programs or breeding in organic production systems such as pasture based production systems have a strong emphasis on dairy cattle health and welfare, i.e. such traits which are not included in conventional dairy cattle breeding programs and recording systems. Hence, WEIDEKUH II extends breed comparisons by including new functional phenotypes which reflect dairy cattle health and welfare. Data recording for a wide variety of phenotypes in combination with a comprehensive economic evaluation (i.e. studies on revenues and expenses) of dairy cattle farming in pasture based systems furthermore allows a) studies on genotype by environment interactions, b) derivation of economic weights for production and functional traits in pasture based systems c) development of an overall breeding goal for pasture based systems and ranking sires accordingly, and d) identifying criteria for successful dairy cattle farming in pasture based systems based on economic within-farm evaluation. WEIDEKUH II is a prerequisite for implementing and extending pasture based systems in Germany. These goals can be achieved based on the generated data by suggesting the most promising breed, by identifying most valuable sires according to an economic overall breeding goal, and by setting up within-farm strategies for maximizing economic gain.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einführung	1
1.1 Gegenstand des Vorhabens	1
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	2
1.3 Planung und Ablauf des Projekts	3
1.3.1 Bereitschaft der partizipierenden landwirtschaftlichen Betriebe	4
1.3.2 Zusammenarbeit mit Projektpartnern	4
1.3.3 Verwendete Fachliteratur sowie benutzte Informations- und Dokumentationsdienste	5
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
3 Arbeitspakete Tierzucht	14
3.1 Implementierung von Datenerfassungssystemen (AP I)	14
3.2 Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (AP II)	16
3.3 Vergleich genetischer Herkünfte: Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung (AP III).....	17
3.4 Vergleich genetischer Herkünfte: 'Tiergesundheit' und 'Tierwohlbefinden' (AP IV) 21	
3.4.1 Verschmutzung, Körperkondition, Lahmheit und Sprunggelenksverletzung	21
3.4.2 Befall mit Endoparasiten	24
3.4.3 Gesundheitsdaten auf Basis betrieblicher Diagnosen	26
3.4.4 Einfluss von Hitzestress auf physiologische Merkmale	27
3.5 Genotyp-Umwelt-Interaktionen (AP V)	30
3.5.1 Zuchtwertkorrelationen	30
3.5.2 Genetische Korrelationen für Produktionsmerkmale, Tiergesundheit und -wohlbefinden	32
3.5.3 Genetische Korrelationen für Gesundheitsmerkmale	34
3.6 Zuchtplanungsrechnungen	36
3.6.1 Genetische Parameter mit Relevanz für die Indexkalkulation	36
3.6.2 Genetische Parameter mit begrenzter Relevanz für die Indexkalkulation....	37
3.6.3 Indexkalkulation	40
3.7 Anpaarungsmanagement.....	42
3.8 Genomweite Assoziationsstudie zur Parasitenresistenz	45
3.8.1 Auswahl der Tiere.....	45

3.8.2	Genotypisierung und Statistik	46
3.8.3	Ergebnisse der Assoziationsstudie	47
4	Arbeitspakete Betriebswirtschaft	50
4.1	Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (AP II)	50
4.1.1	Literaturbasierte Systemanalyse	50
4.1.2	Deskriptive Beschreibung der Projektbetriebe	59
4.1.3	Faktor- & Clusteranalyse	66
4.1.3.1	Faktoranalyse	67
4.1.3.2	Clusteranalyse der Betriebe	74
4.1.3.3	Einzeltiercluster	81
4.1.4	Wirkungszusammenhänge zwischen Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit	84
4.2	Ökonomische Betriebszweiganalyse (AP VI)	89
5	Arbeitspaket Gesamtzuchtwert Weide (AP VII)	98
6	Exkurs: Messebesucher-Befragung zu Weidemilch	109
7	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	114
8	Geplante und erreichte Ziele	115
9	Zusammenfassung	118
10	Literaturverzeichnis	121
11	Veröffentlichungen	131
Anhang	134

Abkürzungsverzeichnis

BCS	Body condition score (Körperkonditionsnote)
BZA	Betriebszweigabrechnung
ΔG	Gesamtzuchtfortschritt
DSN	Deutsches Schwarzbuntes Niederungsrind
ECM	Fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung
EpG	Eggs per gramm faeces (parasitäre Eiausscheidung pro Gramm Kot)
EV	Economic value (marginales ökonomisches Gewicht)
F1	Erste Generation aus Verpaarung von zwei Eltern
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
ha	Hektar
HF	Rasse Holstein Friesian
HF_DEU	Kuh mit deutscher HF-Abstammung
HF_DEU_weide	Kreuzungsprodukt aus deutscher HF-Mutter und deutschem HF-Vater, der für Weidebedingungen empfohlen wird
HF_NZ	Kreuzungsprodukt aus deutscher HF-Mutter und neuseeländischen HF-Vater
Hsum	Aufsummierter Hygiene score (Verschmutzungsnote) verschiedener Körperbereiche
HVL	Hessischer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V.
HWE	Hardy-Weinberg equilibrium (Hardy-Weinberg-Gleichgewicht)
KFÄ	Krafftutteräquivalente (auf die Energiestufe III korrigiert)
kg	Kilogramm
LOC	Locomotion score (Lahmheitsbewertung)
Lnr	Laktationsnummer
LSQ	Least square means (Kleinste-Quadrate-Schätzer)
MJ NEL	Megajoule Netto-Energie-Laktation
n	Anzahl
PC	Principal components (Hauptkomponenten)
R_{IH}	Genauigkeit der Zuchtwertschätzung
REV	Relative economic value (relatives ökonomisches Gewicht)
SCS	Somatic cell score (log-transformierter Zellgehalt der Milch)
SE	Standard error (Standardfehler der Schätzung)
SGS	Sprunggelenksschäden-Score
SNP	Single nucleotid polymorphism (Einzelbasenaustausch)
THI	Temperature humidity index (Temperatur-Feuchtigkeitsindex)
TMR	Totale-Misch-Ration (Futtermischung)
VKD	Vollkostendeckung
VS	Verschmutzungs-Score

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über Zusammenhang der Projektteile (schematisch)	4
Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Gesamtkosten der Produktion und dem Grasanteil / Weideanteil in der Futtermittelration (Dillon et al., 2008)	6
Abbildung 3: Typischer jährlicher Verlauf des Weidegras-Wachstums (kg/Tag, dunkelgraue Fläche, linke Skala) in Neuseeland und die monatliche nationale Milchproduktion (Million kg Milchtrockenbestandteile/Monat, hellgraue Säulen, rechte Skala) (Verkerk, 2003).....	7
Abbildung 4: Gewichtung der einzelnen Merkmale im neuseeländischen Gesamtzuchtwert Breeding Worth (BW), (Dairy NZ, 2017b).....	10
Abbildung 5: In den Projektbetrieben eingesetzte Holstein Friesian (HF)-Genetik zur Erzeugung von F1- und Folgegenerationen, sowie als zusätzliche Vergleichsgruppe das Deutsche Schwarzbunte Niederungs- und Bergschaf (DSN, Ursprungsrasse der Holstein-Genetik).....	14
Abbildung 6: Verteilung der Noten (0=nicht, 1-5=wenig bis stark verschmutzt) für die einzelnen Verschmutzungsbereiche	16
Abbildung 7: LSQ-Mittelwerte für fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung (kg ECM/Tag) der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit vom Weideumfang in der ersten Laktation.....	19
Abbildung 8: LSQ-Mittelwerte für fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung (kg ECM/Tag) der verschiedenen Kalbesaisons in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (Laktationswoche), getrennt nach Bullenherkunft	20
Abbildung 9: LSQ-Mittelwerte für die Anfälligkeit für Überschreitungen der Zellzahlgrenze 100000/ml Milch der verschiedenen Herkünfte (a) in Abhängigkeit vom Weideumfang und (b) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (LW=Laktationswoche) der ersten Laktation.....	21
Abbildung 10: LSQ-Mittelwerte für den Erstbesamungserfolg der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit vom Weideumfang nach erster Kalbung.....	21
Abbildung 11: LSQ-Mittelwerte für Verschmutzungsanfälligkeit (vier verschiedene Körperbereiche) bei Unterscheidung zweier Altersgruppen in Abhängigkeit der Vaterherkunft.....	23
Abbildung 12: LSQ-Mittelwerte (korrigierte Mittelwerte) für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens	24
Abbildung 13: LSQ-Mittelwerte der Eiausscheidung (EpG) von Magen-Darm-Strongyliden (MDS) im Juni/Juli und September/Oktober 2015 für verschiedene Selektionslinien von schwarzbunten Kühen (a) und in Abhängigkeit von Laktationsnummer und -stadium (b)	25
Abbildung 14: Inzidenzen für Stoffwechselstörungen im Laktationsverlauf für (a) verschiedene Betriebslisten (44 zuverlässig erfassende und 35 sehr zuverlässig erfassende Betriebe) und Definitionen der Risikozeiträume (70 oder 90% aller Diagnosen und Beschränkung der kranken und zusätzlich auch gesunden Tiere) und für (b) 18 Betriebe mit und 30 ohne Weidegang (90_ges-Definition).....	26

Abbildung 15: Verschiedene Areale der Hauttemperatur auf dem Rücken der Kuh	27
Abbildung 16: LSQ-Mittelwerte für (a) Vaginaltemperatur innerhalb Laktationsstadium (DIM-Klassen) und für (b) Pulsrate innerhalb Harnstoff-Klassen in Abhängigkeit vom THI (DSN-Kühe).....	29
Abbildung 17: LSQ-Mittelwerte für Rektaltemperatur innerhalb FEQ-Klassen in Abhängigkeit vom THI bei DSN-Kühen (a) und HF-Kühen (b)	29
Abbildung 18: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Fortpflanzungsstörungen, Mastitis und Mortellaro, getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g).....	36
Abbildung 19: Genetische Korrelationen zwischen Leberegelresistenz und Testtagsmerkmalen (Milch-kg, SCS und FEQ) in Abhängigkeit des Laktationstags.....	40
Abbildung 20: Manhattan Plot für den Case-Control Vergleich auf Basis der Leberegel-Phänotypen ($\lambda = 1,37869$; 234 SNPs wegen Abweichung vom HWE ausgeschlossen)...	48
Abbildung 21: Quantil-Quantil-(QQ-) Plot der beobachteten gegen die erwartete Verteilung der p-Werte für die Chi-Quadrat-Teststatistik der Assoziationsanalyse.....	48
Abbildung 22: Stundenentlohnungen (€/Arbeitskraftstunde) verschiedener Milchviehhaltungssysteme (WJ 2009-11) (Kiefer, 2014).....	51
Abbildung 23: Schematische Darstellung zum Vergleich der Graswachstums- und Laktationskurve und einwirkende Parameter (Eigene Darstellung, in Anlehnung an Abbildung 3 (Verkerk, 2003)).....	53
Abbildung 24: Futter-Erzeugungskosten: Vergleich von Weidegras, und anderen Grund- und Kraffuttermitteln (in Cent/10 MJ NEL) nach Brade (2012, links) und Kiefer und Over (2014, rechts).....	56
Abbildung 25: Geografische Verteilung der Projektbetriebe in Deutschland (links) und der Anteile Weidegang-anbietende Milchviehbetriebe in den Flächenbundesländern Deutschlands (Daten: Statistisches Bundesamt, 2011, rechts).....	61
Abbildung 26: Geografische Verteilung der Anteile des Grünlands an der Landfläche (LF) im Jahr 2010 (links), und der Milchproduktion in kg je ha Landfläche im Jahr 2015 (rechts) in den Landkreisen Deutschlands (Milchtrends, 2016).....	61
Abbildung 27: Projektbetriebe im Größenvergleich mit statistischen Angaben zu Herdengrößen (Statistisches Bundesamt, 2008, 2014, 2017).....	62
Abbildung 28: Höhenlage und Niederschlag der Projektbetriebe, unterteilt nach Bundesländern.....	63
Abbildung 29: Weidedauer (in Tagen) der Projektbetriebe und entsprechende Vergleichswerte für Deutschland 2009 (Eigene Darstellung auf Datenbasis von Statistisches Bundesamt, 2011)	65
Abbildung 30: Faktorladungen der Variablen auf die Hauptkomponenten (PC) der beiden ausgewerteten Matrizen.....	70
Abbildung 31: Zweidimensionale Darstellung der ersten und zweiten Hauptkomponente der Hauptkomponentenanalyse auf Basis des Datensatzes Matrix 1 (eigene Darstellung).....	72
Abbildung 32: Grafische Darstellung der Betriebe in Bezug auf die ersten beiden Hauptkomponenten, unterteilt nach Weideintensität (gering, mittel, viel extra-viel).....	74

Abbildung 33: Thematische Cluster-Dendrogramme der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=31).....	76
Abbildung 34: Gesamtcluster-Dendrogramm der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=31)	77
Abbildung 35: Gesamtcluster-Dendrogramm der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=20)	80
Abbildung 36: Kuhcluster-Dendrogramm (n=3176).....	82
Abbildung 37: Darstellung der Milchkühe mit ihrer Clusterzuordnung im Koordinatensystem Weideanteil und Milchleistung	84
Abbildung 38: Zusammenhänge zwischen Vollkostendeckung und produktionstechnischen Parametern (Datensatz A 2005/06 – 2012/13)	87
Abbildung 39: Zusammenhänge zwischen Vollkostendeckung und Anzahl der Tiere im Zielbereich des BCS sowie zwischen den jeweiligen Anteilen im Zielbereich der Zellzahl und des BCS (Datensatz B 2013/14).....	88
Abbildung 40: Darstellung der Wirkungszusammenhänge anhand bivariater Korrelationen und deren Einbindung in den Zusammenhang zwischen Weide und Wirtschaftlichkeit	88
Abbildung 41: Kosten- und Leistungsstruktur mit unterschiedlichen Aggregationsniveaus der Betriebszweigabrechnung (BZA)	90
Abbildung 42: Leistungen und Vollkosten unterteilt nach Wenig, Mittel und Viel Weide (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13, eig. Darstellung)	93
Abbildung 43: Grob-, Saft und Krafftutterkosten bei unterschiedlicher Weideintensität, gesamt (ges.), sowie unterteilt in Untergruppen nach Krafftutterintensität (KF+/KF-) und Milchleistung (M+/M-) (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13, eig. Darstellung) ..	94
Abbildung 44: Korrelation zwischen Vollkostendeckung und Weideanteil der untersuchten Betriebe (Auswertung der Jahre 2009/2010 bis 2012/13).....	96
Abbildung 45: Gewichtung der Gesamtzuchtwerte (Basiszenario) im Weidekuh II-Projekt für Holstein Friesian bei wenig und viel Weidenutzung, Bildung der Kategorien s. Tabelle A3	107
Abbildung 46: Aktuelle Gewichtung ausgewählter Gesamtzuchtwerte in Neuseeland (rasseübergreifend; Dairy NZ, 2017b) und in der Schweiz (Weidezuchtwert für Original Braunvieh; Rust, 2016), Bildung der Kategorien s. Tabelle A3	107
Abbildung 47: Zustimmung auf geschlossene Fragen zu Erwartungen an Weide.....	111
Abbildung 48: Zahlungsbereitschaft für 1 Liter Weidemilch in aufsteigender Reihenfolge im Vergleich mit Verbraucherpreisen verschiedener Milchqualitäten (im Karton, ab 3,5 % Fett).....	112
Abbildung 49: Wortwolke der genannten Begriffe (nach Häufigkeit) auf die Frage „Was fällt Ihnen spontan ein, wenn Sie an Weidemilch denken?“	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Einstufungen im Rahmen der Betriebsbesuche (insg. 7300) und eingestuften Kühe (insg. 5113) je Betrieb	15
Tabelle 2: LSQ-Mittelwerte (korrigierte Mittelwerte) für Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung für die erste Laktation (LNr) innerhalb verschiedener Bullenherkünfte/ Genotypen	18
Tabelle 3: Anzahl Erst- und Zweitlaktierender innerhalb Vaterherkunft, Laktation und Weideumfang	19
Tabelle 4: Tierzahlen innerhalb einzelner Altersgruppen (Datenschnitt Oktober 2013) bzw. Laktationen (Datenschnitt Oktober 2014) und Genotypen	22
Tabelle 5: Anteil befallener Kotproben mit dem jeweiligen Endoparasit, unterteilt nach Probetermin und deskriptive Statistik.....	25
Tabelle 6: Phänotypische Korrelationen (Anzahl der Beobachtungen) zwischen verschiedenen Temperaturmessungen sowie Respirations- und Pulsrate	28
Tabelle 7: Zuchtwerte für 31 Väter mit mind. 10 Töchtern in den Projektbetrieben, deren Leistungen, Besamungsinformationen und Einstufungsnoten in Schätzungen für genetische Parameter einfließen, absteigend sortiert für jeweiliges Merkmal mit jeweiliger Herkunft des Bullen (HF_DEU = D, HF_DEU_weide = D_w, HF_NZ = NZ)	32
Tabelle 8: Deskriptive Statistik für die Merkmale aus der Varianzkomponentenschätzung	33
Tabelle 9: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Milchleistungsdaten auf Testtagsbasis, getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g).....	33
Tabelle 10: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), Eutergesundheit (SCS), Körperkondition (BCS), Lahmheit (LOC) und Gesamtverschmutzung (Hsum), getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g)	34
Tabelle 11: Deskriptive Statistik zu Diagnosen (0 oder 1) für Fortpflanzungsstörungen (Fortpfl), Mastitis (Mast) und Mortellaro (Mort) auf Wochenbasis.....	34
Tabelle 12: Heritabilitäten (auf der Diagonale, mit Standardfehlern in Klammern), genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen, mit Standardfehlern in Klammern) und phänotypische Korrelationen (unterhalb der Diagonalen, mit p-Wert in Klammern) ..	37
Tabelle 13: Heritabilitäten (h^2) für die verschiedenen Endoparasitenspecies und genetische Korrelationen (r_g), mit Standardfehlern ($\pm SE$)	38
Tabelle 14: Genetische (mit Standardfehler, SE) und phänotypische Korrelationen (mit p-Wert) zwischen Leberegelresistenz und ausgewählten Indexmerkmalen	39
Tabelle 15: Beschreibung und phänotypische Varianzen für Index- und Zuchtzielmerkmale	40
Tabelle 16: Genauigkeit (RIH), Gesamtzuchtfortschritt pro Generation (ΔG) und Selektionserfolg (S) für jedes Merkmal bei gleichen ökonomischen Gewichten für jedes Merkmal (grau) und optimierten ökonomischen Gewichten SDw (schwarz).....	41
Tabelle 17: Pedigree der NZ-Bullen im aktuellen Angebot (November 2016)	42

Tabelle 18: Bisher eingesetzte näher verwandte NZ-Bullen	43
Tabelle 19: Bestellliste NZ-Bullen, November 2016.....	44
Tabelle 20: Merkmalsdefinition sowie das entsprechende Case-Control-Verhältnis	45
Tabelle 21: Qualitäts- und Filterkriterien sowie die Ergebnisse der Filterung	46
Tabelle 22: Modellhafte Kostenaufstellung der Hochleistungs- und Vollweidestrategie (Brade, 2012, ergänzt).....	52
Tabelle 23: Übersicht über die Anzahl der Projektbetriebe, unterteilt nach Wirtschaftsweise und Ausstattung an Betriebszweigen	62
Tabelle 24: Deskriptive Statistik mit Mittelwerten (Minimum, Maximum) ausgewählter Weideparameter der Projektbetriebe unterteilt nach Betriebsausrichtung.....	64
Tabelle 25: Unterteilung der Projektbetriebe nach Weideintensität dreistufig nach Leisen und Rieger (2011) und vierstufig	65
Tabelle 26: Milchleistung und Fütterungsinformationen als Mittelwerte (Minimum, Maximum) der Projektbetriebe, unterteilt nach Weideintensität	66
Tabelle 27: Datengrundlage, Güte und Varianzerklärung der beiden Matrizen der Hauptkomponentenanalyse.....	69
Tabelle 28: Weideparameter (Mittelwerten (Minimum, Maximum)) der drei Clusterlösungen	78
Tabelle 29: Wirtschaftlichkeit der Betriebstypen-Cluster anhand der Vollkostendeckung	79
Tabelle 30: Weideparameter der Zwei-Clusterlösung	80
Tabelle 31: 3-Cluster und 9-Clusterlösung der Gruppierung der Kühe unter Angabe der Verteilung der Genetiken (absolut und relativ).....	83
Tabelle 32: Korrelationen zwischen Vollkostendeckung (VKD) und produktionstechnischen Daten (Datensatz A 2005/06 – 2012/13 Datensatz B 2012/2013, Angabe der Korrelationskoeffizienten signifikant mit $p \leq 0,05$)	86
Tabelle 33: Mittelwerte der produktionstechnische Angaben der untersuchten Betriebe unterteilt nach Weideintensität (und Mittelwerte der Untergruppen*)	92
Tabelle 34: Zusammensetzung der Sonstigen Kosten der untersuchten Betriebe (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13).....	94
Tabelle 35: Unterschiede der Szenarien mit geringer und hoher Weideintensität	100
Tabelle 36: Ansätze für Kosten und Preise, unterteilt in die zwei Szenarien	101
Tabelle 37: Umsatz, Kosten und Gewinn bei Nutzung von Kennzahlen, die im Rahmen des Weidekuh II-Projektes für geringe Weideintensitäten erhoben wurden (Basis), sowie Variation einzelner Annahmen.....	102
Tabelle 38: Umsatz, Kosten und Gewinn bei Nutzung von Kennzahlen, die im Rahmen des Weidekuh II-Projektes für hohe Weideintensitäten erhoben wurden (Basis), sowie Variation einzelner Annahmen.....	102
Tabelle 39: Genetische Standardabweichungen, marginale ökonomische Gewichte, EV, und relative ökonomische Gewichte, REV, (in %) für geringe Weideintensitäten	103
Tabelle 40: Genetische Standardabweichungen, marginale ökonomische Gewichte, EV, und relative ökonomische Gewichte, REV, (in %) für hohe Weideintensitäten	104
Tabelle 41: Formulierung der Fragestellungen der Befragung auf der Grünen Woche ..	110

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Weidehaltung von Milchkühen hat ein positives Bild in der Gesellschaft. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen fokussiert die Milchkuhhaltung der Rasse Holstein-Friesian (HF) in Deutschland jedoch auf ganzjährige Stallhaltung. Für eine erfolgreiche Weidehaltung von Milchkühen fehlt allerdings bisher die geeignete genetische Grundlage. So wurde im Jahr 2010 das Vorläuferprojekt 'WEIDEKUH I' begonnen, welches im Wesentlichen auf der Initiative von milchkuhhaltenden Betrieben basierte und somit von der Praxis an die Wissenschaft herangetragen wurde. Zielsetzung war es, für das Produktionssystem 'Weide' die geeignete genetische Grundlage zu identifizieren. Für den Vergleich von unterschiedlichen HF-Genotypen wurden Anpaarungen mit neuseeländischen Bullen und leistungsstarken Milchvererbern sowie für Weidesysteme empfohlenen Bullen aus Deutschland vorgenommen (als weitere Vergleichsgruppe diente die Ursprungsrasse der heutigen HF, das Deutsche Schwarzbunte Niederungsrind (DSN)). Dafür wurden deutschlandweit ca. 30 Betriebe ausgewählt, die eine weidebasierte Milchviehhaltung in unterschiedlicher Intensität praktizieren. In Zusammenarbeit mit den Betrieben wurde ein Versuchsdesign entwickelt, welches insbesondere den innerbetrieblichen Bulleneinsatz regelt. Die Auswahl der Besamungsbullen aus Deutschland und der in Neuseeland speziell getesteten Weidegenetik wird seitdem von TZKS durchgeführt, die praktische Abwicklung des Spermaeinkaufs und -transfers bis hin zu den milchkuhhaltenden Betrieben organisiert die RUW. Schon in den ersten Versuchsjahren hatte sich gezeigt: Auf den Besamungserfolg hatte die Herkunft des Vaters zwar keinen Einfluss. Die Kalbungen fielen aber signifikant leichter aus und die Totgeburtenrate lag signifikant niedriger (2-3,2 % gegenüber 7,4 %), wenn der Kalbvater ein Bulle aus Neuseeland oder ein für das Weideprojekt empfohlener Bulle aus Deutschland war (Leisen et al., 2012). 'WEIDEKUH I' integriert die Interessen bzw. Forschungsschwerpunkte der landwirtschaftlichen Betriebe, der Beratung (LWKÖL), des Zuchtverbandes (RUW) und der Wissenschaft (TZKS), wurde aber ohne externes finanzielles Budget durchgeführt. Deshalb können im Rassevergleich nur solche Merkmale berücksichtigt werden, die ohnehin mittels routinemäßiger Leistungsprüfung erfasst werden. Das sind Produktionsmerkmale und Merkmale der paternalen und maternalen Fruchtbarkeit.

Im Projekt Weidekuh II wird nun die Erkenntnis aufgegriffen, dass zum einen zusätzliche, funktionale Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens von elementarer Bedeutung sind, und zum anderen eine entscheidungsunterstützende ökonomische Bewertung verschiedener Weide-Produktionssysteme benötigt wird, um umfassend Strategien einer erfolgreichen weidebasierten Milchviehhaltung zu entwickeln. Allerdings gibt es in Deutschland bisher für diese funktionalen Merkmale keine flächendeckende Leistungsprüfung und eine Merkmalerfassung kann nur mittels externer Förderungen geleistet werden. Es fehlen Studien, welche Arten von weidebasierten Systemen bestehen. Ebenso ist für ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen produktionstechnischen wie auch weidebezogenen Parametern und ökonomischen Kennzahlen eine detaillierte ökonomische Analyse nötig.

Dafür soll mit diesem Projekt ein Grundstein gelegt werden. Erweitert man die Denkweise auf züchtungsstrategische Fragestellungen zur Weiterentwicklung weidebasierter Betriebe, so ist die Ableitung ökonomischer Gewichte für Merkmale in einem Gesamtzuchtwert Weide (GZW-Weide) notwendig. Die Bullen können somit nach GZW rangiert werden, so dass der Weidebetrieb ein optimales, auf seine Produktionsbedingungen zugeschnittenes Selektionskriterium, nutzen kann.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Die **3 wesentlichen Ziele** des Forschungsvorhabens mit direkter **Verwertung auf Ebene des milchkuhhaltenden Betriebes** sind:

- 1.) Identifizierung der optimalen Rasse für das Produktionssystem Weide
- 2.) Identifizierung der optimalen Bullen innerhalb einer Rasse für das Produktionssystem Weide
- 3.) Ökonomische Bewertung ausgewählter Weidebetriebe mittels Betriebszweiganalyse zur Identifikation etwaiger Schwachstellen im Weidebetrieb bzw. als Basis einer weiterführenden betrieblichen Optimierung

Der innovative **wissenschaftliche** Ansatz im geplanten Forschungsprojekt integriert Aspekte der Grundlagenforschung mit Anwendungspotenzial und Ergebnistransfer in die Praxis (angewandte Forschung). Die Grundlagenforschung mit anschließendem Transfer in die Praxis umfasst die wesentlichen folgenden Punkte:

- Erstmaliger Vergleich verschiedener genetischer Herkünfte für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens in Weideproduktionssystemen
- Studien zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens
- Entwicklung und Evaluierung züchterischer Strategien für Weidebetriebe, die zusätzlich zu den Merkmalen der routinemäßigen Leistungsprüfung Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens integriert
- Identifizierung der ökonomisch relevanten Wechselwirkungen zwischen Betriebstyp, Weidemanagementsystem und Milchkuh(-genetik) unter besonderer Berücksichtigung von Gesundheitsparametern
- Analyse von Betriebs- und Einzeltierdaten: Die einzeltierbezogene Erhebung von Gesundheits- und Leistungsdaten ermöglicht die modellhafte Analyse der wichtigsten betrieblichen Einflussfaktoren (Faktoren- und Cluster-Analyse)
- Interdisziplinär fundierte und züchtungsfokussierte ökonomische Betriebszweiganalyse verschiedener Betriebstypen in Weideproduktionssystemen, unter Einbeziehung umfangreicher produktionstechnischer Ergänzungsdaten
- Entwicklung eines "Gesamtzuchtwert Weide (GZW-Weide)".

Der GZW als Selektionskriterium ist ein "Prototyp", der zukünftig den Weidebetrieben als ultimatives Selektionsinstrument zur Verfügung steht. Die Selektion der Bullen nach GZW

ermöglicht einen maximalen, nach ökonomischen Kriterien ausgerichteten Zuchtfortschritt in den partizipierenden Betrieben. Die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse obliegt den partizipierenden Zuchtverbänden (u.a. RUW). Weiter erlauben die ökonomischen Betriebszweiganalysen die Charakterisierung oder Definition eines milchkuhhaltenden Modellbetriebes, der als Prototyp eines modernen milchkuhhaltenden Betriebes im Produktionssystem Weide zu interpretieren ist.

1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Wesentliche Vorarbeit für 'WEIDEKUH II' sind die unter Gliederungspunkt 1.1. spezifizierten Implementierungen zum generellen Versuchsaufbau, zur Charakterisierung der partizipierenden Betriebe und zur pflanzlichen Bonitierung ihrer Grünlandbestände. Die Vorgehensweise in WEIDEKUH II umschließt die folgenden Arbeitspakete (AP), wobei den einzelnen Kapiteln, insbesondere Kapitel 3.1 (=AP I) nähere Details zum Ablauf des Projekts zu entnehmen sind:

- AP I:** Implementierung von Datenerfassungssystemen (TZKS, LWKÖL)
→ Datenerhebung; Erstellung Datenbanksystem mit Phänotypen
- AP II:** Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (LWKÖL, BLKS)
→ Betriebsbesuche; Betriebe in Produktionssysteme klassifizieren
- AP III:** Vergleich genetischer Herkunft: Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung (TZKS)
→ Findung der 'optimalen' genetischen Gruppe für das jeweilige Produktionssystem
- AP IV:** Vergleich genetischer Herkunft: Merkmale 'Tiergesundheit' und 'Tierwohlbefinden' (TZKS)
→ Findung der 'optimalen' genetischen Gruppe für das jeweilige Produktionssystem bzgl. funktionaler Merkmale
- AP V:** Studien zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen = GUI (TZKS)
→ Etwaiger Nachweis von Genotyp-Umwelt-Interaktionen
- AP VI:** Ökonomische Betriebszweiganalyse (BLKS, LWKÖL)
→ Züchtungsökonomisch fundierte Betriebszweiganalyse
- AP VII:** Ableitung eines ökonomischen Gesamtzuchtwertes für Weidebetriebe (TZKS, BLKS)
→ Gesamtzuchtwert Weide (GZW) soll als Selektionsinstrument zur Verfügung stehen
- AP VIII:** Anwenderseminar (Alle Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft)
→ Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis

Mit den Arbeitspaketen werden zum einen eigenständige Ergebnisse im Bereich Tierzucht (AP I, III, IV und V) und im ökonomischen Bereich (AP II, AP VI) generiert, die teilweise aufeinander aufbauen. Zum anderen sind die Ergebnisse jedoch insbesondere dafür vorgesehen, um in die Ableitung und Überlegungen zu einem Gesamtzuchtwert (AP VII) einzufließen, wie schematisch in Abbildung 1 aufgeführt ist. In einem anschließenden Anwenderseminar, welches für Dezember 2017 geplant ist, werden die Projektergebnisse an interessierte Landwirte, Berater und andere Multiplikatoren weitergegeben.

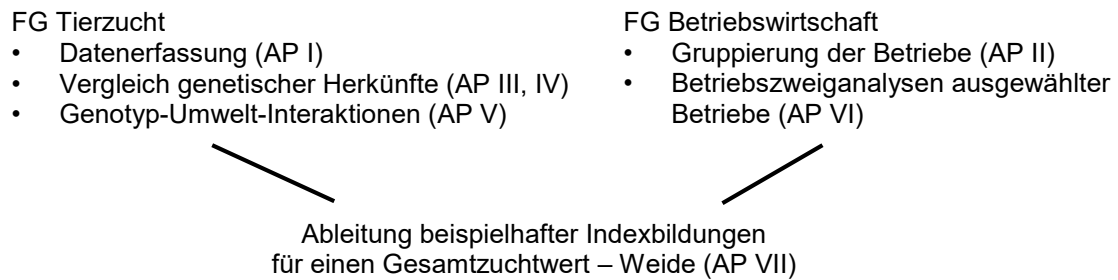


Abbildung 1: Übersicht über Zusammenhang der Projektteile (schematisch)

1.3.1 Bereitschaft der partizipierenden landwirtschaftlichen Betriebe

Die Mitwirkung der teilnehmenden Betriebe bestand vor allem aus der Bereitschaft zur Umsetzung der Weidegenetik-Anpaarungen im Vorfeld des Projektbeginns von WEIDEKUH II, aber auch fortlaufenden Spermabestellungen und damit Hinwirken auf F2- und Folgegenerationen im weiteren Projektverlauf. Die Durchführung der Phänotypisierungen war mit Aufwand in Form von Bereitstellung der Tierlisten zur Vorbereitung auf die Betriebsbesuche, Fixierung von Kühen im Fressgitter und auch Akzeptanz kleinerer Verzögerungen beim Wiederaustrieb nach dem Melken verbunden. Dies alles diente einem reibungslosen Ablauf der Merkmalerfassung. Im Anschluss war zudem meist noch Zeit für Feedback zu Erfahrungen mit der eingekreuzten Weidegenetik und zu weiteren Strategien bei der Anpaarung der deutschen und neuseeländischen Weidegenetikbulln. Außerdem wurde eine Befragung zu management- und haltungsbezogenen Kriterien durchgeführt.

1.3.2 Zusammenarbeit mit Projektpartnern

Durch einen intensiven Austausch mit regelmäßigen Treffen zwischen TZKS / BLKS und Herrn Dr. Leisen (Projektpartner LWKÖL) konnte eine enge Zusammenarbeit etabliert werden, die auch weiter bestehen wird. Gemeinsam erstellte Kommunikationsmedien (insbesondere Poster) werden wechselseitig verwendet. Die Zusammenarbeit wird verabredungsgemäß im Zuge gemeinsamer Auswertungen fortgesetzt.

Übersicht der Projekttreffen:

- 15.05.2014 Erstes Projekttreffen
- 24.03.2015 Projekttreffen in Münster
- 08.10.2015 Treffen in Münster
- 24.11.2015/02.12.2015 Beteiligung an Arbeitsgruppentreffen Milchvieh auf landwirtschaftlichen Betrieben und Austausch mit Beratern im Milchviehbereich
- 07.12.2015 Treffen in Münster
- 19.01.2016 Treffen auf Tagung „Jungviehaufzucht“ im Haus Düsse

Aufgrund der räumlichen Nähe der beiden Projektpartner TZKs und BLKS in Witzenhausen, wurden keine offiziellen Projekttreffen anberaumt, sondern regelmäßige, fallbezogene intensive „bilaterale“ Treffen durchgeführt.

Die Betreuung der Betriebe durch Projektpartner LKWÖL, die Bereitstellung von umfangreichen produktionstechnischen und ökonomischem Datenmaterial von Weidebetrieben zur Auswertungen, Diskussionen in seinen Arbeitskreisen und Versorgung der Betriebe mit aktuellen Bullenlisten sind wichtige Grundsteine für dieses Projekt. Darüber hinaus ermöglichen sie das Fortbestehen der Aktivitäten und des Praxistransfers im Bereich der bisher noch wenig bekannten und genutzten Weidegenetik. Die Bereitstellung der Spermaportionen erfolgte durch die Besamungsorganisationen Rinder-Union West eG (RUW) und Livestock Improvement Corporation (LIC). Frau Prof. König von Borstel (PSGOE, zurzeit TZKS) beteiligte sich beratend im Rahmen der Publikationsprozesse und bei der Betreuung von Studenten. Gesundheitsdaten wurden aus dem Gesundheitsmonitoring des Hessischen Verbands für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V. (HVL) genutzt.

1.3.3 Verwendete Fachliteratur sowie benutzte Informations- und Dokumentationsdienste

Literaturstudien wurden zu Beginn des Projektes zur Formulierung des Projektantrages sowie im Verlauf des Projektes mit der Publizierung von Ergebnissen vorgenommen. Dazu wurden von den Projektbearbeitern und im Projekt mitwirkenden Studierenden die im Tierzuchtbereich, zum Thema Weide und deren Wirtschaftlichkeit wichtigen Fachjournals, Suchmaschinen (Google Scholar, Isi Web of Science) und Benachrichtigungsdienste (bspw. Alerts von Google Scholar, Journal of Dairy Science und Researchgate) genutzt.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Milchkuhhaltung der Rasse Holstein-Friesian (HF) in Deutschland fokussierte seit den 80er Jahren auf ganzjährige Stallhaltung. Angesichts der aktuellen Rahmenbedingungen ist die Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion von essentieller Bedeutung. Wirtschaftlicher Erfolg wird mit zunehmend größer werdenden Betriebseinheiten mit hohen Produktionsleistungen je Einzeltier erreicht. Von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) ernannte Spitzenbetriebe „zeichnen sich durch ein hervorragendes Leistungsniveau aus, wobei viele Betriebe mehr als 10.000 kg ECM je Kuh erzeugen“ (DLG, 2010). Mit zunehmend großen Tierherden und hoher Milchleistung wird tendenziell eine Weidehaltung erschwert. So nennt Reijs et al. (2013) Expertenmeinungen, dass die Weidehaltung in Deutschland im Jahr 2025 nahezu verschwunden sein wird.

Gegenwärtig ist jedoch ein Umdenken in der Milchkuhhaltung zu beobachten. Immer mehr Betriebe tendieren zu ökologischen oder sogenannten 'Low-Input-Produktionssystemen', um bei steigenden Kraftfutterpreisen weiterhin wirtschaftlich Milch zu produzieren. Wie in den dafür bekannten Weideländern Neuseeland und Irland, gibt es auch im deutschsprachigen Raum Bestrebungen konzeptionell eine Low-Cost-Strategie zu verfolgen. Hemme et al. (2002) weisen darauf hin, dass die irischen Milchproduzenten innerhalb Europas trotz relativ niedriger Milchpreise und geringer Milchleistung je Einzeltier höchste Unternehmergewinne ausweisen. Den deutlichen Zusammenhang zwischen dem Grasanteil an der Ration und der Wirtschaftlichkeit zeigten Dillon et al. (2008) anhand verschiedener Länder und deren Weidesystem in klarer Weise auf (Abbildung 2).

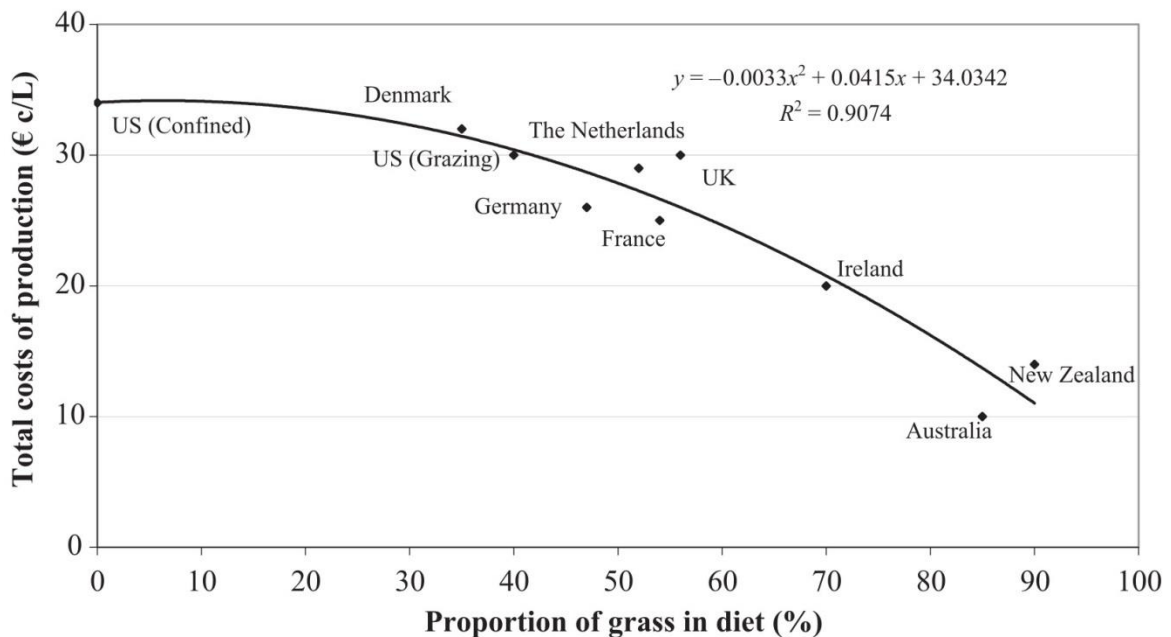


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Gesamtkosten der Produktion und dem Grasanteil / Weideanteil in der Futterration (Dillon et al., 2008)

Mit steigendem Grasanteil sinken die Produktionskosten mit einer Bestimmtheit von $R^2=0,9$ zwischen den Ländern. Neuseeland und Australien stellen sich dort als Länder mit dem höchsten Weidegrasanteil (85-90%) und den niedrigsten Produktionskosten je kg Milch auf. An dritter Position folgt Irland mit einem Gras-Rationsanteil von etwa 70%.

Deshalb haben sich auf prädestinierten Standorten wie in Neuseeland oder Irland schon seit geraumer Zeit Weidesysteme entwickelt. Sie können womöglich mit entsprechenden Adaptionen als Vorbild für wirtschaftlich erfolgreiche Weidesysteme im deutschsprachigen Raum gelten. Das Neuseeländische Milchproduktionssystem ist auf Rentabilität und auf effiziente Grasnutzung ausgerichtet, wodurch sich seine Position als eine der führenden Milchindustrien ergibt. Ziel des intensiven Beweidungssystems ist die umfassende Nutzung der Fähigkeit der Milchkühe, Milch in Gras umzuwandeln. Die Laktationskurve der Milchkühe wird möglichst an die Weidegras-Wachstum-Kurve über den Jahresverlauf angepasst (Abbildung 3).

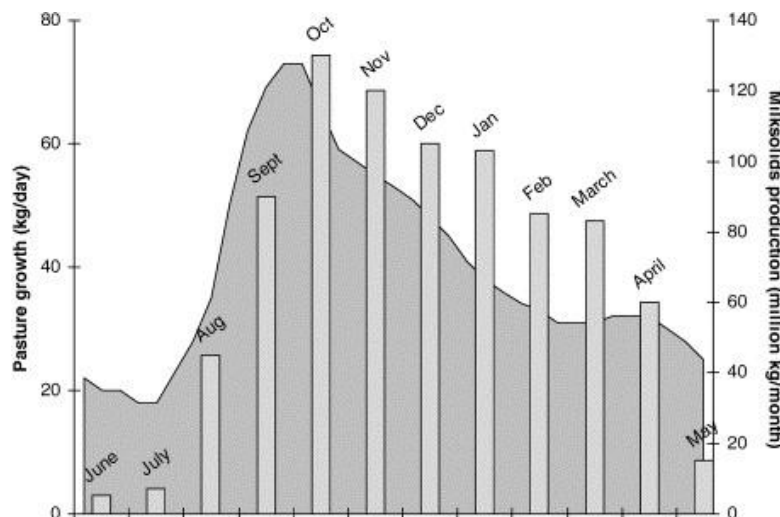


Abbildung 3: Typischer jährlicher Verlauf des Weidegras-Wachstums (kg/Tag, dunkelgraue Fläche, linke Skala) in Neuseeland und die monatliche nationale Milchproduktion (Million kg Milch trockenbestandteile/Monat, hellgraue Säulen, rechte Skala) (Verkerk, 2003)

Dafür wird in 90% der Neuseeländischen Milchvieh-Betriebe eine saisonale Abkalbung im Frühling durchgeführt. Dem entsprechend ist ein detailliertes/ausgeklügeltes Weidemanagement nötig, um Graswachstum und Grasnutzung genau aufeinander abzustimmen. Selbst die Futtermittelbergung und Stallfütterung, z.B. als Silage, soll möglichst reduziert werden. Im Jahr 2000/2001 bestand die durchschnittliche Ration (TM-Anteil) aus 88,5 % geweidetem Gras, 5,5 % Grassilage, 3 % Maissilage, 2 % zugekauftes Gras und 1 % Sonstige zugekaufte Ergänzungsfuttermittel (Verkerk, 2003).

Heute sind aber auch die Systeme in Neuseeland mit 5 verschiedenen Produktionssystem-Varianten differenzierter. Nur noch 30-40 % der Betriebe wirtschaften nach dem Low-Input-System (0 bis 14 % betriebsexternes Futtermittel). Etwa 35 bis 45 % der Betriebe setzen 10 bis 20 % betriebsexterne Futtermittel ein, um die Laktationsdauer zu verlängern und

gelten damit als „Medium-Input-System“. Darüber hinaus wirtschaften 15 bis 30 % der Betriebe als „High-Input-System“ (20-40 % (oder sogar 55 %) betriebsexterne Futtermittel), die über eine längere Periode der Laktation oder sogar über das ganze Jahr hinweg zugekauftes Futter verwenden (Dairy NZ, 2017a). Somit ist verständlich, dass in der Forschung schon seit langem die Optimierung der Fütterung und darunter insbesondere das Zufütterungslevel untersucht wird (McCall und Clark, 1999). Mehr Zusatzfutter oder eine Intensivierung der Düngung kann zwar die Milchleistung steigern, jedoch werden vermehrt auch die negativen Folgen, wie Nährstoffverluste, in der Forschung thematisiert (Clark et al., 2007). Die Zufütterungsintensität ist eng mit der Besatzdichte gekoppelt. Mit steigender Besatzdichte nimmt die Menge an aufgenommenem Weidegras zu, wie auch die produzierte Milchmenge je ha. Pro Kuh nimmt aber sowohl die Futtermenge wegen der verringerten Weideverfügbarkeit ab, als auch die Milchleistung. Bei hoher Besatzdichte kann wiederum bei abnehmendem Graswachstum die Laktationslänge reduziert werden oder eine Ergänzung mit Zufütterung ist nötig. Als optimale Besatzdichte werden 2,7 Kühe/ha (HF-Tiere) genannt. Welche Besatzdichte und insbesondere welche Zufütterungsintensität gewählt wird, hängt von dem Preis der Zukauffuttermittel und insbesondere dem Verhältnis von Milchpreis zu Zukaufpreis ab (Baudracco et al., 2010; McCarthy et al., 2011). Die tatsächliche Milchleistungs-Steigerung durch Zusatzfutter hängt jedoch stark von dem eingesetzten Genotyp ab. Neuseeländer Holstein-Friesian-Genetik (HF-NZ) reagiert mit einer deutlich geringeren Milchsteigerung, als nordamerikanische HF (HF-NA) (0,43 versus 1,08 kg Milch / kg Kraftfutter) (Horan et al., 2005). In einer Metastudie zeigt sich ein kontinuierlicher Zusammenhang. Je größer der genetische HF-NA-Anteil ist, desto höher die zusätzliche Milcherzeugung aus einer bestimmten Kraftfuttergabe. Damit ist die gesamte Trockensubstanz-Futtermittelaufnahme größer, jedoch ist die Weidegrasaufnahme entsprechend niedriger. Aber auch andere biologische Parameter, wie die Trockenmasse-Aufnahme-Kapazität von Weidegras unterscheidet sich je nach Genetik (Baudracco et al., 2010). Nach Horn et al. (2013) sind darüber hinaus Fruchtbarkeit und Sekundärmerkmale der Kühe wie Widerstandsfähigkeit gegenüber Stoffwechselerkrankungen in einem Weideproduktionssystem von der eingesetzten Rasse bzw. vom Genotyp abhängig. Unterschiedliche HF-Populationen in Deutschland weisen eine ähnliche Genealogie auf (König und Simianer, 2006), aber haben im Laufe der Jahre unterschiedliche Selektionsmaßnahmen erfahren und bergen damit möglicherweise ausreichend Potential für die Selektion auf spezielle Weideeigenschaften. Die Nutzung von HF-Bullen, deren Testeinsatz vornehmlich unter Stallhaltungsbedingungen erfolgte, hat in Weidesystemen nicht immer zu den gewünschten Erfolgen geführt. Z.B. konnten in Irland Genotyp-Umwelt-Interaktionen nachgewiesen werden (Cromie et al., 1998), was für die Etablierung eines speziellen Weidezuchtziels spricht. So wurde in Neuseeland eine für diese Standortbedingungen angepasste Genetik gezüchtet (u.a. Lopez-Villalobos et al., 2000).

Insbesondere in 'Low-Input-Produktionssystemen', wie sie auch unter ökologischen Haltungsbedingungen in Weidesystemen gegeben sind, gewinnen funktionale Merkmale auf Kosten der Produktionsmerkmale immer mehr an Bedeutung. Dieser Trend ist auch international zu beobachten (u.a. Rozzi et al., 2005). Der wichtigste Merkmalskomplex innerhalb der funktionalen Merkmale ist die Tiergesundheit. Allerdings werden Merkmale der

Tiergesundheit in Deutschland im Rahmen der Leistungsprüfung nur indirekt über Hilfsmerkmale erfasst und lediglich mittels indirekter Selektionsstrategien verbessert. König und Swalve (2006) konnten anhand von Modellkalkulationen zeigen, dass nur dann eine substanzielle Verbesserung des Gesundheitsstatus in Milchkuhbetrieben realisiert werden kann, wenn Gesundheitsdaten erfasst werden und diese direkt in der Zucht berücksichtigt werden. Bestätigt wurden diese Ergebnisse durch Ergebnisse von Langzeitselektionsexperimenten auf Gesundheitsmerkmale in Norwegen (Heringstad et al., 2007). Folgerichtig gibt es nun auch zunehmend Bestrebungen in Deutschland, Gesundheitsdaten systematisch zu erfassen. Aktuell ist der Fokus auf große Testherden mit ganzjähriger Stallhaltung in den Neuen Bundesländern gerichtet. In diesen Herden erfasste Daten werden sowohl zur Optimierung des Herdenmanagements als auch für züchterische Anwendungen herangezogen (Gernand et al., 2011).

Bei einer umfassenden Beurteilung des **Tierwohls** ist neben der Prävalenz von klinischen Erkrankungen jedoch insbesondere wichtig zu erfassen, wie ein Tier verschiedene, potentiell Stress auslösende, Faktoren wahrnimmt (Duncan und Petherick, 1991). Typische Stressfaktoren, die durch die Haltungsumwelt beeinflusst werden, sind agonistische Interaktionen (größeres Platzangebot führt zu einer Verringerung der Auseinandersetzungen zwischen Artgenossen (Kondo et al., 1989), Einschränkung der Ausübung natürlicher Verhaltensweisen und Verhaltensabläufe, teils mit dadurch verursachten Technopathien sowie das Vorhandensein von Umweltreizen wie Lärm, Temperatur, Feuchtigkeit und Bodenbeschaffenheit, die das Maß an Tierkomfort beeinflussen. Die Wirkung dieser Vielzahl an Faktoren ist wiederum gegen die Erfüllung von primären Bedürfnissen abzuwägen, welche i.d.R. sehr starke Motivationsreize setzen und entsprechend viele der o.g. Faktoren überlagern können. Beispielsweise bevorzugen Kühe bei freier Wahl den Aufenthalt im Stall statt auf der Weide, wenn nur im Stall leistungsangepasste TMR angeboten wird (Charlton et al., 2010). Entsprechend wichtig ist eine genaue Kenntnis der Wirkung des Zusammenspiels aller Einzelfaktoren auf das Tier. Merkmale des Tierwohls sind auch integraler Bestandteil im Kompetenznetzwerk 'Phänomics', wobei aber die Merkmalerfassung im vom BMBF geförderten Projekt 'Phänomics' nicht unter Weidebedingungen bzw. nicht im Produktionssystem Weide durchgeführt wird.

Das gesellschaftliche Ziel das Tierwohl zu verbessern legt einen starken Fokus auf den Weidegang, der aber für züchterische Belange schwer zu definieren ist ((Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2015). Auch ökologisch wirtschaftende Betriebe signalisieren, dass ihnen eine Selektion auf Weidemerkmale (39%) am wichtigsten erscheint neben Fruchtbarkeit (28%), Gesundheit und Langlebigkeit (22%) sowie Laufvermögen und Milchleistung (17%) (Rozzi et al., 2007). Als Weidemerkmale wurden in der Studie aus Ontario Stabilität der Körperkondition, Grundfutterleistung und Futteraufnahmekapazität auf der Weide definiert. Angesichts der begrenzten Zahl ökologisch wirtschaftender Betriebe (2004 in Ontario: 0,9%±46, vgl. 2009:75 (OMAFRA, 2012)) und des Trends in der konventionellen Milchviehzucht, den Schwerpunkt immer mehr auf funktionale und Gesundheitsmerkmale zu legen, wurde ein separates Selektionsprogramm für ökologische Bedingungen (noch) nicht für realisierbar empfunden. In Österreich und Bayern gibt es bereits einen **Ökologischen Gesamtzuchtwert (ÖZW)** für Fleckvieh, Braunvieh und Gelbvieh, der sich

aus den Teilwerten Leistung (=35%, Ökologischer Milchwert und Fleischwert) und Konstitution (=65%, Persistenz + Leistungssteigerung, Nutzungsdauer, Kalbung + Fruchtbarkeit und Fundament + Euter), zusammensetzt (Lfl, 2017). Ein **Weidezuchtwert** ist vorhanden für Braunvieh und Original Braunvieh in der Schweiz (WZW mit 30 % bzw. 23 % Gewicht auf Leistung)(Rust, 2016). Für Holstein wird dort inzwischen ein Zuchtwert „Feed saved“ (eingespartes Futter) ausgewiesen, abgeleitet anhand des aus Kreuzbeinhöhe und Körpertiefe geschätzten Körpergewichts (Qualitas, 2016). Zuchtwerte aus intensiven Weidesystemen sind zum einen der Economic Breeding Index (EBI) in Irland mit einer 33%igen Gewichtung der Leistung und Berücksichtigung des Erhaltungsbedarfs (7 %) in Form des Schlachtkuhgewichts, zum anderen der Breeding Worth (BW) in Neuseeland mit einem 50%igen Gewicht auf Leistungsmerkmalen und Einbeziehung des Körpergewichts (11 %). Dass die Gewichtungen regelmäßig diskutiert und angepasst werden, zeigt Abbildung 4. Als Reaktion auf Stickstoffemissionsregulierungen werden in Neuseeland seit Neuestem Low N-Bullen (CRV, 2017) empfohlen, die geringere Milchnitrostoffgehalte an ihre Töchter vererben.

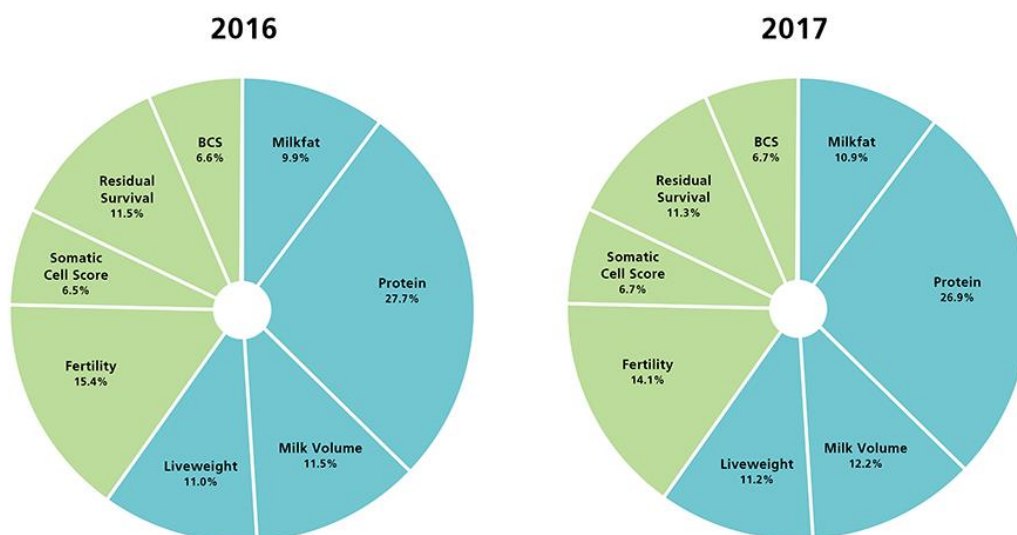


Abbildung 4: Gewichtung der einzelnen Merkmale im neuseeländischen Gesamtzuchtwert Breeding Worth (BW), (Dairy NZ, 2017b)

Weidebasierte Systeme werden abgesehen von Neuseeland auch in weiteren Ländern untersucht, wie den USA, Australien und Irland. Während in den USA die Wirtschaftlichkeit und damit der Erfolg der Weide unterschiedlich beurteilt wird (Gillespie et al., 2009), ist in Irland aufgrund von Studien, die die wirtschaftliche Überlegenheit, insb. in Verbindung mit Neuseeländer Genetik zeigen, Weide als Haltungsform sehr anerkannt (McCarthy et al., 2007; Verkerk, 2003).

Anhand der Beschreibung des Neuseeländer Weide-Produktionssystems wird deutlich, dass die dargestellten Zielgrößen einer erfolgreichen Milchviehhaltung komplett im Gegensatz zu denen eines Milchproduktionssystems mit Stallhaltung in Zentral-Europa stehen.

Um eine wirtschaftliche Vorzüglichkeit einer weidebasierten Milchviehhaltung auch im deutschsprachigen Raum zu erzielen, wird eine konsequente Ausrichtung an einer Low-Cost-Strategie, wie sie in den dafür bekannten Weideländern Neuseeland und Irland verfolgt wird, vorausgesetzt. Dabei steht nicht die Maximierung der Einzeltierleistung, sondern eine intensive Weidenutzung mit einer Maximierung der Hektar-Milchproduktion im Vordergrund. Ziel der Strategie ist es, die eingesetzten Produktionsmittel und insbesondere deren Kosten mit einer Kostenminimierungsstrategie zu reduzieren (Hofstetter et al., 2014). Ökonomische Vorzüge sind insbesondere durch die um ca. die Hälfte reduzierten Futterkosten gegeben (Greimel, 1999). Im deutschsprachigen Raum war diese Produktionssystem-Idee lange Zeit nicht bekannt (Thomet et al., 2011). Die größte Herausforderung, ein Weidesystem im deutschsprachigen Raum umzusetzen sind die klimatischen Bedingungen. Während in typischen Weideländern wie Neuseeland oder Irland Graswachstum bis zu 10 Monate im Jahr stattfindet, also nahezu das ganze Jahr, ist z.B. in Bayern diese Zeit auf max. 5 bis 7 Monate begrenzt.

Für Deutschland gibt es jedoch bisher keine einheitlichen Definitionen welche Kriterien erfüllt sein müssen, um von einer weidebasierten Milchviehhaltung oder Vollweide zu sprechen. Um der großen Produktionsvariabilität gerecht zu werden, müssen Systeme als Betriebstypen klar definiert werden. Dafür bestehen verschiedene Möglichkeiten der Kategorisierung von Betrieben mit Weidegang. Es werden folgende Parameter genannt:

- (A) Beweidungsart
- (B) Dauer der Beweidung
- (C) Anteil des Weidegrases an der Futterration (Brade, 2012).

Unter (A) werden nach Brade (2012) Beweidungssysteme wie extensive Standweide, Kurzrasenweide, Umtriebsweide oder Rationsweide verstanden. Bei der Dauer der Beweidung (B) wird zumeist zwischen Halbtags-/Stunden- (6 bzw. 7 bis 10 Stunden) und Ganztagsweide (18 bis 24 Stunden) als Angabe in Stunden pro Tag unterschieden (Kiefer et al., 2013; Steinwidder und Starz, 2015). Eine weitere Untergliederung erfolgt basierend auf dem „Pflicht-Weidedauer“ für Weidemilch von 120 Tagen im Jahr à mindestens 6 Stunden. Hier wird meist in Angaben je Jahr, d.h. unter/über 720 Stunden unterteilt (March et al., 2017). Zur Unterteilung von Betrieben anhand einer tatsächlich gefressenen Weidegrasmenge (C), wird ein Weideanteil an der Gesamtration verwendet. Dieser bezieht sich entweder auf die Ration während der Weidezeit oder auf die Gesamtjahresration (Leisen und Rieger, 2011; Thomet et al., 2011). Eine besondere Stellung nimmt der Begriff Vollweide ein. Er beschreibt grundsätzlich eine Form der Ganztagsweide, bei der darüber das Ziel ist mit einer saisonalen Abkalbung den Weidegrasanteil an der Ration zu maximieren, auch wenn unter den gegebenen Bedingungen keine vollständige Weidefütterung erreicht werden kann (Steinberger et al., 2012). In Bezug auf die genannten Kriterien lässt sich Vollweide dementsprechend nicht an einem einzelnen Parameter festmachen, sondern ist als Betriebsstrategie umfassender zu verstehen. Im Detail wird auf die systemaren Zusammenhänge im Kapitel 4.1.1 eingegangen.

Die betrieblichen Voraussetzungen sind neben dem persönlichen Interesse und Lernbereitschaft klar definierte Produktionsbedingungen. Benötigt werden vor allem arrundierte, weidegeeignete Flächen, die für ein Vollweidesystem mindestens 0,3 bis 0,6 ha Weidefläche pro Kuh betragen sollten (Steinwider und Starz, 2015). Neben dieser Grundvoraussetzung sind entsprechend weitere betriebliche Bedingungen, wie Weidezugang (Triebwege), zu gewährleisten. Auch klimatisch und standortbedingt (Temperatur, Niederschlag, Bodenbedingungen) sind nicht alle Regionen gleich gut geeignet (Schleyer et al., 2013).

Beginnend mit der Schweiz wurden Forschungstätigkeiten auf Praxisbetrieben unternommen, um die vorhandenen Grasaufwüchse effizient und wirtschaftlich erfolgreich in Milch umzusetzen (Thomet et al., 2002). Mit umfangreichen Forschungsprojekten, wie dem Schweizer Weidekuhgenetik-Projekt (2007-2010) (Burren et al., 2010) und Pilotbetrieben in Österreich (Steinwider et al., 2010), breitete sich die Idee nach Süddeutschland (Steinberger et al., 2012; Elsässer et al., 2014) und in das ganze Bundesgebiet aus (Leisen et al., 2009; Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, 2011). Als ökonomische Weide-Erfolgsfaktoren konnten bisher insbesondere eine ökologische Wirtschaftsweise (Kiefer, 2014) identifiziert werden. Die durchschnittlichen produktionstechnische Bedingungen dieser Betriebe lassen eine Eignung für Vollweide erwarten. Darunter eine geringere Kraffuttermenge (Kraffuttermengeanteil ökologisch: 16,2 %, konventionell: 25,7 %, jedoch mit großen Unterschieden zwischen den Betrieben. Im Durchschnitt liegt ebenfalls die Milchleistung mit ca. 6500 kg je Kuh und Jahr auf ökologischen Betrieben deutlich niedriger als auf konventionellen Betrieben mit 8600 je Kuh und Jahr (Blank et al., 2013). In einer aktuellen Studie, basierend auf einer großen Stichprobe, wurde festgestellt, dass etwa 10% der ökologischen Betriebe keinen Weidegang anbieten, weitere 10% lassen ihre Tiere unter 720 Stunden je Jahr weiden. Etwa 50% der Betriebe erreichen bis zu 3420 Weidestunden (6 Stunden an 120 Tagen) und weitere 30% der Betriebe weiden 3420 und mehr Stunden (March et al., 2017). Die beschriebenen Kriterien ökologischer Milchviehbetriebe zeigen, dass ein Teil der ökologischen Milchviehbetriebe gute Voraussetzungen mitbringen, um in ein Vollweidesystem einzusteigen. Unabhängig von der Wirtschaftsweise ist ein hoher Anteil des Weide-Rationsanteils (Leisen und Rieger, 2011) von Bedeutung für wirtschaftlichen Erfolg. Über die Fütterung hinaus wird eine Kostenminderung in allen Bereichen (Arbeits-, Gebäude- und Maschinenkosten) angestrebt. Dabei ist zu erwarten, dass sich eine vollständige Umsetzung der Gesamtstrategie positiv auf die jeweiligen Kostenblöcke auswirkt (Thomet et al., 2002; Steinberger et al., 2012). Bisher bestehen jedoch nahezu keine entsprechenden Vergleichswerte in den Milch- oder Rinderreport der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Beratungsdienste der Bundesländer, wie sie für Stallhaltungs-Milchsysteme, zum Teil auch für ökologische Milchviehhaltung, vorliegen. Weide wird hier ausschließlich in Mecklenburg-Vorpommern und in Nordrhein-Westfalen (Bericht jedoch nicht öffentlich) beachtet (vgl. Tabelle im Anhang). Dafür stellt eine Schwierigkeit fehlende betriebsindividuelle weidespezifische Daten in der Buchführung dar, wie z.B. die Futteraufnahme der Weidetiere (Kohnen et al., 2014). So müsste von den Beratungsdiensten umfangreiche Ergänzungsdaten auf den Betrieben erhoben werden, um fundierte ökonomische Ergebnisse darstellen zu können.

nen. Dies wird teilweise im Rahmen von Arbeitskreisen Milchvieh/Weide so erfolgreich umgesetzt worden, dass auch entsprechendes ökonomisches Potential ausgeschöpft werden konnte (Leisen und Rieger, 2011).

Neben dem ökonomischen Potential einer weidebasierten Milchviehhaltung bestehen vielfältige weitere Vorzüge für Tiergesundheit, Klima und Gesellschaft, die hinlänglich bekannt sind. Jedoch zeigt sich eine große Bandbreite der Wirtschaftlichkeit innerhalb eines Bewirtschaftungssystems (Kiefer, 2014). Zudem sind mögliche konkrete Auswirkungen tiergesundheitlicher Parameter auf die Wirtschaftlichkeit weidebasierter oder Ökologischer Milchviehbetriebe in Deutschland bisher noch wenig untersucht.

Abgesehen vom Ökologischen Gesamtzuchtwert für süddeutsche Milchviehrassen ist bisher kein deutscher Gesamtzuchtwert für weidebasierte Milchproduktionssysteme entwickelt worden. Dieses Ziel verfolgt die vorliegende Arbeit, indem sie das Potential der meistgenutzten Milchviehrasse in Deutschland, der Holstein Friesian-Kühe, ökonomisch und unter züchterischen Aspekten beleuchtet.

3 Arbeitspakete Tierzucht

In den folgenden Ausführungen werden die Ergebnisse im Detail vorgestellt und diskutiert. Hierbei entspricht die chronologische Abfolge der Ergebnisdarstellung der Vorgehensweise im Forschungsvorhaben. Ein separater Material- und Methodenteil bietet sich bei der Vielzahl an verwendeten Datensätzen und Modellen nicht an. Gleich zu Beginn werden daher bei den Ausführungen zum Arbeitspaket (AP) I die unterschiedlichen Datenquellen vorgestellt und in den weiteren Teilkapiteln des Teilprojekts „Tierzucht“ jeweils Datenumfang und ggf. Modelle mit den dazugehörigen Ergebnissen verknüpft.

3.1 Implementierung von Datenerfassungssystemen (AP I)

Betriebsbesuche und Datenerfassungen für den Vergleich verschiedener HF (Holstein Friesian)-Linien (Abbildung 5) und zur Schätzung genetischer Parameter wurden auf 38 Betrieben durchgeführt. Die 36 partizipierenden Weidebetriebe inklusive der für die Parasitenstudie ergänzten DSN (Deutsches Schwarzbuntes Niederungs- und Rind)-Betriebe, die in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner LWKÖL (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich ökologischer Landbau) ausgewählt worden waren, sind in Bayern, Hessen, NRW, Niedersachsen und Schleswig-Holstein lokalisiert. Die Betriebsgrößen schwanken zwischen 20 und 220 melkenden Kühen. Dazu kommen zwei große Vergleichsbetriebe aus den Neuen Bundesländern (500 und 1500 melkende Kühe).

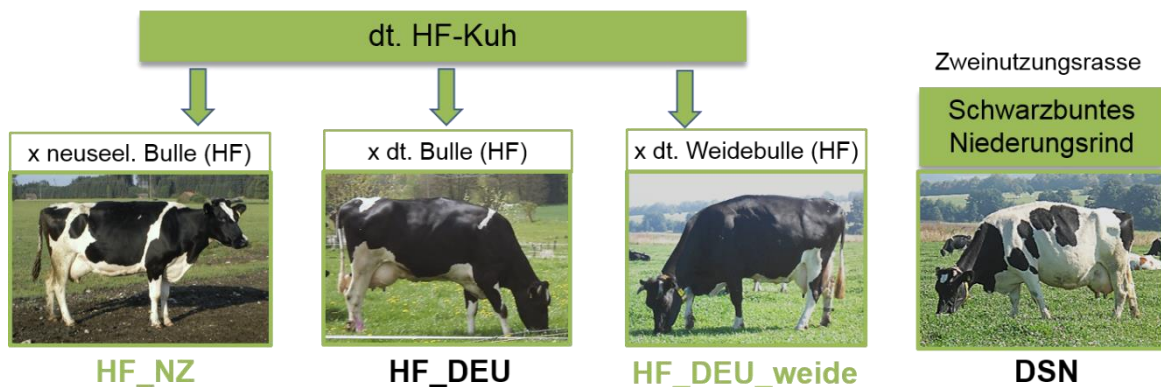


Abbildung 5: In den Projektbetrieben eingesetzte Holstein Friesian (HF)-Genetik zur Erzeugung von F1- und Folgegenerationen, sowie als zusätzliche Vergleichsgruppe das Deutsche Schwarzbunte Niederungs- und Rind (DSN, Ursprungsrasse der Holstein-Genetik)

Insgesamt wurden die Betriebe bis zu dreimal, Stallbetriebe jedoch nur einmal besucht. Dies resultierte in einem Umfang an 5113 Kühen (Tabelle 1), die bezüglich der folgenden Tierwohlindikatoren bonitiert wurden: Verschmutzungsgrad (0=sauber bis 5=schmutzig; Reneau *et al.*, 2005), Bewegungsverhalten (1=normal bis 5=lahm; Berry, 2005), Körperkondition (1=mager bis 5=fett; Edmonson *et al.*, 1989) und Verletzungen am Sprunggelenk (1=normal bis 5=geschwollen/Wunde; Nocek, 2014). Bei der Auswahl der Indikatoren

wurde Bezug genommen auf die Durchführbarkeit der Merkmalerfassung unter Betriebsbedingungen und die wissenschaftlichen Vorarbeiten von Sant'Anna und Paranhos da Costa (2011) und Fregonesi und Leaver (2001). Bei der Beobachtungszahl 474 in Betrieb 2 fällt auf, dass einige der 462 Kühe beim einmaligen Betriebsbesuch doppelt eingestuft wurden. Bei der Aufbereitung der Daten wurde dies berücksichtigt und führte neben dem Ausschluss unplausibler Werte und fehlender Zuordnung zu Kalbe- und Leistungsdaten zum Teil zu geringeren Datenumfängen für die jeweiligen Auswertungen.

Tabelle 1: Anzahl der Einstufungen im Rahmen der Betriebsbesuche (insg. 7300) und eingestuftene Kühe (insg. 5113) je Betrieb

Betrieb	Beobachtungen (max. 3 Besuche)	Anzahl Kühe	Betrieb (Forts.)	Beobachtungen (max. 3 Besuche)	Anzahl Kühe
1	1180	1180	20	84	84
2	474	462	21	180	82
3	495	358	22	114	78
4	294	267	23	172	75
5	179	178	24	168	75
6	204	153	25	124	75
7	298	150	26	136	71
8	189	143	27	117	71
9	218	128	28	147	70
10	175	126	29	104	68
11	187	123	30	112	58
12	249	122	31	127	56
13	232	103	32	43	43
14	190	96	33	88	36
15	93	93	34	36	36
16	182	90	35	94	28
17	90	90	36	79	25
18	168	89	37	88	23
19	170	88	38	20	20

Ergänzend zu den eigenen Datenerhebungen wurden die Landwirte geschult und dazu angehalten, Listen mit Erkrankungen zu den Merkmalskomplexen Euter, Stoffwechsel, Fruchtbarkeit und Klauen (analog zum Diagnoseschlüssel auf übergeordneter Stufe nach Feucker und Staufenbiel, 2003) zu führen. Diese Datenerhebung erfolgte jedoch wie auch die Bewertung der Färsen nach der Abkalbung durch den Melker hinsichtlich ihres a) Melkverhaltens, b) ihres Verhaltens in der Herde und c) ihres Verhaltens dem Menschen gegenüber nur in geringem Ausmaß. Somit wurde zur Analyse von Gesundheitsdaten auf die Daten von etwa 70 hessischen Betrieben zurückgegriffen, die am Gesundheitsmonitoring des HVL teilnehmen und in unterschiedlicher Qualität Diagnosen erfassen. Diese Betriebe unterteilen sich in Weidebetriebe und Betriebe mit ganzjähriger Stallhaltung und sind somit prädestiniert für die quantitativ-genetischen Studien zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen für Gesundheitsmerkmale.

In regelmäßigen Abständen wurden Stammdaten, Abstammungsdaten und Daten für Produktionsmerkmale und funktionale Merkmale vom Rechenzentrum VIT Verden angefordert,

um den Vergleich genetischer Herkünfte bzgl. Merkmalen der konventionellen Leistungsprüfung vornehmen zu können. Weiterhin erfolgte während der Betriebsbesuche und in Form von selbst erstellten Bullenkatalogen eine ausführliche Beratung zur weiteren Anpaarungsstrategie mit Genetik aus Neuseeland, wie z.B. Strategien zur Vermeidung von Inzucht und daraus etwaiger resultierender Erbkrankheiten.

Während der Weideperiode 2015 wurden in 17 Weidebetrieben, die keine Anthelminthika eingesetzt hatten, Parasitenuntersuchungen in Absprache mit dem Projektpartner Tierärztliche Hochschule (TiHo) Hannover durchgeführt. Im Labor der Parasitologie der TiHo fanden auch die Untersuchungen der Kotproben auf Endoparasiten statt.

Im Stall durchgeführte Wärmebild-Messungen sollten in einer DSN (Deutsches Schwarzbuntes Niederungsrind)-Herde mit Weidenutzung und in einem HF-Betrieb ohne Weidengang Aussagen zur Eignung des Geräts für weitere Projekte mit lokal angepassten Nutzungsrichtungen ermöglichen. Dies ermöglichte zudem Untersuchungen zum Einfluss des Stallklimas auf Körpertemperaturen, weitere physiologische Parameter und Leistung. In zwei Projektabschnitten (Parasitenstudie und Hitzestressuntersuchung) sind somit noch DSN-Tiere als weitere Vergleichsgruppe zum ursprünglichen Versuchsdesign (Abbildung 5) hinzugekommen und wurden aufgrund erkannter Defizite u.a. bzgl. Parasitenresistenz und bisher wenig systematischer Zuchtarbeit als HF-Linie für Assoziationsstudien auf Basis von SNP-Chip-Typisierungen ausgewählt.

3.2 Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (AP II)

Parallel zu der vom Projektpartner Betriebswirtschaft zu erbringenden Leistung wurde eine erste Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (15 ausgewählte Betriebe) im Rahmen einer Bachelorarbeit zum Thema „Charakterisierung von Weidebetrieben als Grundlage eines Rassevergleichs für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“ vorgenommen. Anhand von signifikanten Unterschieden zwischen Faktorstufen gewählter Betriebscharakteristika ließen sich erste Rückschlüsse zur Gestaltung der optimalen Haltungsumwelten ziehen. So zeigte sich z.B. bezüglich der Verschmutzung der Kühe eine Überlegenheit der mittleren Liegeboxenbreite. Bzgl. der Verletzungen und Locomotionscores gibt es Tendenzen für ein Optimum bei mittleren Liegeboxenlängen.

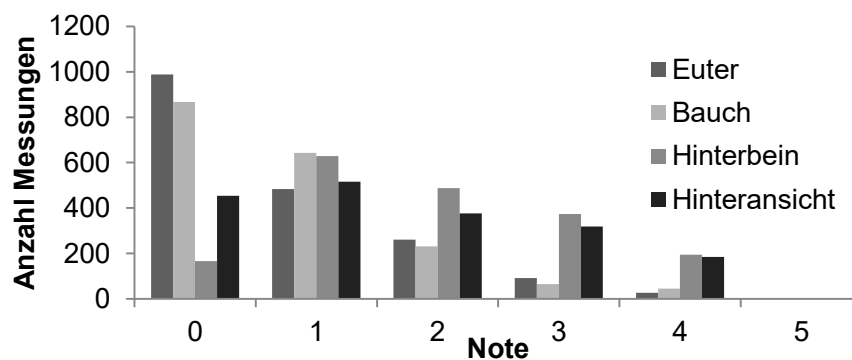


Abbildung 6: Verteilung der Noten (0=nicht, 1-5=wenig bis stark verschmutzt) für die einzelnen Verschmutzungsbereiche

Die Auswertung der Tierwohlintikatoren nach Rassen zeigte geringere Verschmutzungen und Verletzungen für Töchter von neuseeländischen Vererbern. Hier ergeben sich erste Hinweise für deren gute Adaption an Haltungsbedingungen in deutschen Weidebetrieben. Die Verteilung der Verschmutzungsnoten ist in Abbildung 6 dargestellt. Während die Euter- und Bauchnoten 0 am häufigsten vergeben wurden, ist es bei Hinteransicht und Hinterbein die Note 1. Diese Umstände haben Auswirkungen auf die statistische Auswertung, wenn es um die Definition des 0/1-Merkmals für Schwellenwertmodelle geht.

Das Ausfüllen der Fragebögen zur Charakterisierung der Haltungsumwelten wurde im Folgenden durch *Projektpartner Betriebswirtschaft* komplettiert und diente zur Klassifizierung der Betriebe in Produktionssysteme und die Auswahl von Modellbetrieben für Betriebszweigauswertungen.

3.3 Vergleich genetischer Herkünfte: Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung (AP III)

Die Masterarbeit von Maria Jaeger lieferte die grundlegenden Modellentwicklungen für Genotyp-Vergleiche bzgl. Merkmalen der konventionellen Leistungsprüfung. Daten aus der monatlichen Milchleistungsprüfung und Besamungsmeldungen wurden derart mit den Betriebsbesuchen verknüpft, dass das jeweils nächstgelegene Probegemelk zum Besuchstermin bzw. Angaben zu wiederholten Besamungen aus der aktuellen Laktation verwendet wurden. Neben dem Betrieb sind im Auswertungsmodell ein kombinierter Effekt aus Laktationsstadium und Jahr-Saison sowie Genotyp innerhalb Laktation berücksichtigt worden:

$$Y_{ijklmn} = \mu + B_i + L\text{Stad}_j(JS_k) + GT_l(\text{Lakt}_m) + \text{Kuh}_n + e_{ijklmn} \quad (1)$$

Y_{ijklmn} = Beobachtungen für die Testtagsmerkmale Milchmenge (Mkg), Eiweißgehalt (E%), Eiweißmenge (Ekg), Fettgehalt (F%), Fettmenge (Fkg), Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), transformierter Zellgehalt (SCS)
 M = Populationsmittel
 B_i = fixer Effekt des i-ten Betriebs
 $L\text{Stad}_j$ = fixer Effekt des j-ten Laktationsstadiums nach Huth (1995)
 JS_k = fixer Effekt der k-ten Jahr-Saison
 GT_l = fixer Effekte des l-ten Genotyps
 Lakt_m = fixer Effekt der m-ten Laktation
 Kuh_n = zufälliger Effekt wiederholter Beobachtungen der n-ten Kuh
 e_{ijklmn} = zufälliger Resteffekt

Als unterschiedliche Genotypen wurden die F1-Kreuzungen der jeweiligen Bullenherkünfte mit Holstein-Friesian (HF)-Muttergrundlage definiert: HF_DEU = HF-Vergleichsgenetik, HF_DEU_weide = speziell im Rahmen dieses Projektes für Weidesysteme ausgewählte und empfohlene begrenzte Anzahl an deutschen HF-Bullen, HF_NZ = aus Neuseeland importierte HF-Bullen.

Für die binären (0/1-) Merkmale wurde ein generalisiertes lineares gemischtes Modell (2) mit einer Logit Link-Funktion definiert:

$$\text{logit}(\pi_{qrstuv}) = \log \left[\frac{\pi_{qrstuv}}{1 - \pi_{qrstuv}} \right] = \varphi + B_q + L\text{Stad}_r(JS_s) + GT_t(\text{Lakt}_u) + \text{Kuh}_v \quad (2)$$

π_{qrstuv}	= Wahrscheinlichkeit für Erstbesamungserfolg (EBE)
Φ	= Populationsmittel
B_q	= fixer Effekt des q-ten Betriebs
L_{Stad_r}	= fixer Effekt des r-ten Laktationsstadiums nach Huth (1995)
JS_s	= fixer Effekt der s-ten Jahr-Saison
GT_t	= fixer Effekte des t-ten Genotyps
$Lakt_u$	= fixer Effekt der u-ten Laktation
Kuh_v	= zufälliger Effekt wiederholter Beobachtungen der v-ten Kuh

In Tabelle 2 sind die LSQ-Mittelwerte innerhalb Laktationen und Genotypen dargestellt, die m.H. der MIXED- und GLIMMIX-Prozeduren in SAS 9.4 (SAS Institute; Cary, NC, USA) berechnet wurden. Die Töchter von HF_NZ-Bullen fallen in der ersten Laktation mit einem Kilogramm weniger Milch im Testtagsdurchschnitt auf, außerdem einem etwas höheren Zellgehalt in der Milch (transformierte Zellzahl, $SCS = \log_2(\text{Zellzahl} / 100000) + 3$). Positiv hervorzuheben sind die besseren Erstbesamungserfolge (EBE) verglichen mit der Vergleichsgenetik HF_DEU, die bei der deutschen Weidegenetik HF_DEU_weide aber ebenso gut sind.

Tabelle 2: LSQ-Mittelwerte (korrigierte Mittelwerte) für Merkmale der konventionellen Leistungsprüfung für die erste Laktation (LNr) innerhalb verschiedener Bullenherkünfte/ Genotypen

Genotyp	LNr	Anzahl Tiere	Monatliche Testtagsergebnisse				SCS	EBE
			Mkg	FEQ	E%	Ekg		
HF_DEU	1	1143	20,75	1,29	3,30	0,68	2,30	0,66
HF_DEU_weide	1	187	20,74	1,31	3,36	0,69	2,24	0,75
HF_NZ	1	205	19,67	1,32	3,39	0,66	2,50	0,77

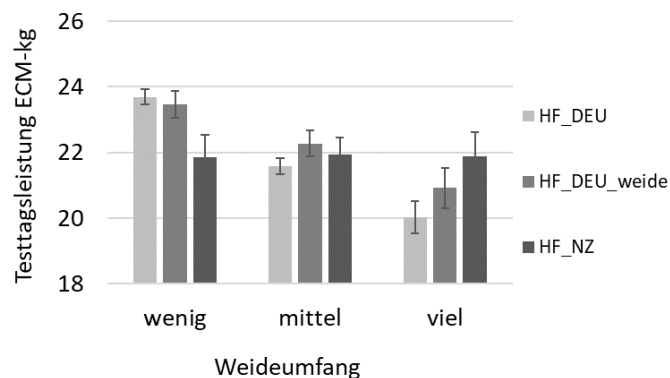
Es zeigt sich (siehe Tabelle 2), dass die HF_DEU_weide-Tiere die Milch- und Eiweißleistung betreffend mit der herkömmlichen HF-Genetik mithalten können, und sogar besser abschneiden. Die Bedeutung des FEQ zur Begründung von Abgängen schon zu Beginn der Laktation aufgrund von Energiedefiziten wurde von Bergk und Swalve (2011) untersucht. Die Weidegenetik-Tiere zeigen hier diesbezüglich kaum Abweichungen. Hinsichtlich des Zellgehalts schneiden sie unterschiedlich ab, wobei zur tatsächlichen Häufigkeit von Mastitiserkrankungen leider kaum Informationen aus den Betrieben bereitgestellt werden. Die erfolgreicheren Besamungen bei den Weidegenetik-Kreuzungstieren (HF_DEU_weide und HF_NZ) sind in den Weidebetrieben, in denen im Allgemeinen vermehrt Deckbullen zum Einsatz kommen, insgesamt sehr vorsichtig zu interpretieren.

Auch in den folgenden Laktationen bestätigt sich der positive Eindruck von den alternativen Kreuzungen. Aufgrund der unterschiedlich strengen Merzungen einzelner Genotypen nach Abschluss der ersten Laktation soll hier vorerst auf die Darstellung der Folgelaktationen verzichtet und auf kommende Auswertungen verwiesen werden.

Tabelle 3: Anzahl Erst- und Zweitlaktierender innerhalb Vaterherkunft, Laktation und Weideumfang

	Vaterherkunft Laktation	HF_DEU		HF_DEU_weide		HF_NZ		Summe
		1	2	1	2	1	2	
Weide- umfang	wenig	155	130	46	32	18	14	395
	mittel	148	129	45	34	35	22	413
	viel	39	15	23	8	16	6	107

Für Rückmeldungen an Betriebe sind auch Auswertungen für verschiedene Anteile des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) vorgenommen worden. Folgende Einteilung wurde für den mittleren Energieanteil von Weidefutter an der Futterration zwischen Mai und Oktober verwendet: viel = > 60 %, mittel = 40 – 60 %, wenig = < 40 %. In die Auswertung wurden nur Betriebe mit mindestens drei NZ-Tieren je Laktation einbezogen. Auch von den beiden anderen Vergleichsgenetiken (HF_DEU und HF_DEU_weide) mussten mindestens drei Beobachtungen je Laktation vorliegen, damit die Tiere des jeweiligen Betriebs in den Vergleich einbezogen werden konnten. Die verwendeten Tierzahlen sind in Tabelle 3 dargestellt. Aufgrund zu geringer Tierzahlen wurde auf die Darstellung der LSM-Eans für die zweite Laktation verzichtet.

**Abbildung 7: LSQ-Mittelwerte für fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung (kg ECM/Tag) der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit vom Weideumfang in der ersten Laktation**

Unabhängig von der Rassekreuzung ist mit zunehmendem Weideanteil in der Ration wie erwartet ein Rückgang der ECM-Leistung der ersten Laktation (Abbildung 7) von ca. 22-24 kg auf 20-22 kg zu beobachten. Bei mittlerem Weideumfang zeigt sich hinsichtlich der täglichen Milchleistung bereits eine leichte Überlegenheit der beiden Weidegenetiken (HF_DEU_weide und HF_NZ). Auffällig ist die Überlegenheit und Anpassungsfähigkeit der NZ-Genetik unter „viel Weide“-Bedingungen. Hier wird deutlich, dass für die Auswahl von optimalen Weidebullen noch wichtige ausschlaggebende Weidecharakteristika gefunden werden müssen. Dazu kommt, dass bei der Zuchtwertschätzung von Besamungsbullen nicht nach Töchterleistungen unter Stall- oder Weidebedingungen differenziert wurde. Solange Weidezuchtwerte nicht extra ausgewiesen werden, ist es für den Landwirt schwer einzuschätzen, ob der hauptsächlich auf Töchterleistungen aus Stallhaltung beruhende Zuchtwert bei seinen Weidekühen den gewünschten Zuchterfolg erzielen wird.

Aufgrund der Projektteilnahme werden in den Betrieben andere Maßstäbe beim Ausselektieren leistungsschwächerer NZ-Töchter angesetzt. Zum Vergleich von Leistungen über die erste Laktation hinaus müssen noch geeignete Instrumente entwickelt werden, um diese unterschiedliche Merzungsintensität zu berücksichtigen.

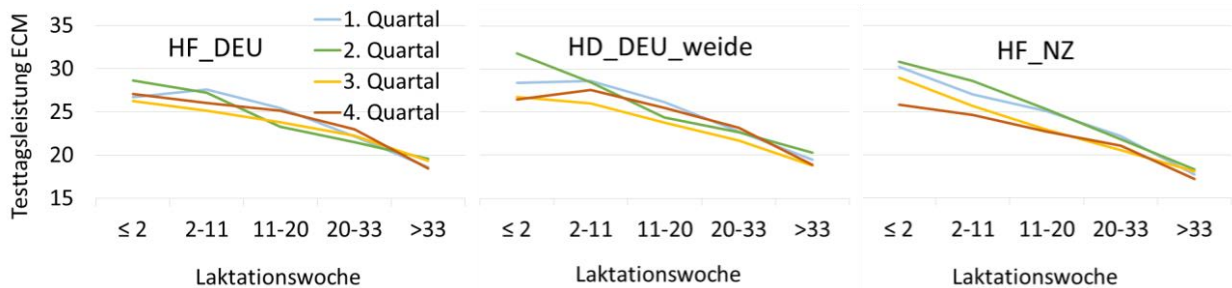


Abbildung 8: LSQ-Mittelwerte für fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung (kg ECM/Tag) der verschiedenen Kalbesaisons in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (Laktationswoche), getrennt nach Bullenherkunft

Eine etwas differenziertere Betrachtung zu den Auswirkungen des Kalbezeitpunktes auf die Höhe und Persistenz der ECM-Leistung (Abbildung 8) zeigt, dass der HF_DEU-Genotyp nach einer Kalbung im Frühjahr (2. Quartal = grüne Linie) in seiner Leistung etwas einknickt. Aus diesem Grund praktizieren die Betriebe teilweise schon Winterabkalbung im Block, um bis zur Laktationsspitze kontrollierte Futter- und Energieaufnahmen sicherstellen zu können. In Neuseeland beginnt die Kalbesaison auch bereits im Winter (August). Dort soll jedoch hauptsächlich mit Weidefütterung durch das starke Frühjahrswachstum auf den intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen der große Bedarf in der Frischlaktation gedeckt werden. Das kann zwar auf vielen einheimischen, z.T. recht extensiv bewirtschafteten Flächen nicht gewährleistet werden, aber die HF_NZ-Tiere scheinen bei Kalbungen im 2. Quartal ganz gut mit den Weidebedingungen zurecht zu kommen. Im Laktationsverlauf zeigt sich allerdings, dass deren ECM-Leistungen stärker abfallen als die der Vergleichs-genetik.

Im Hinblick auf die Eutergesundheit (Abbildung 9) liegen die Töchter neuseeländischer Bullen bei allen Weideintensitätsstufen konstant unter 30% bei Überschreitungen eines Zellzahlwertes von 100000 pro ml Milch. Bei mittlerem Weideumfang gelingt den Betrieben die Einhaltung dieses Grenzwertes offensichtlich am besten. Die hohe Anfälligkeit der deutschen Weidegenetik bei „viel Weide“, welche verstärkt in Zuchtprogrammen für Weidegenetik berücksichtigt werden sollte, ist vor allem durch die ersten beiden Laktationswochen (Abbildung 9b) verursacht.

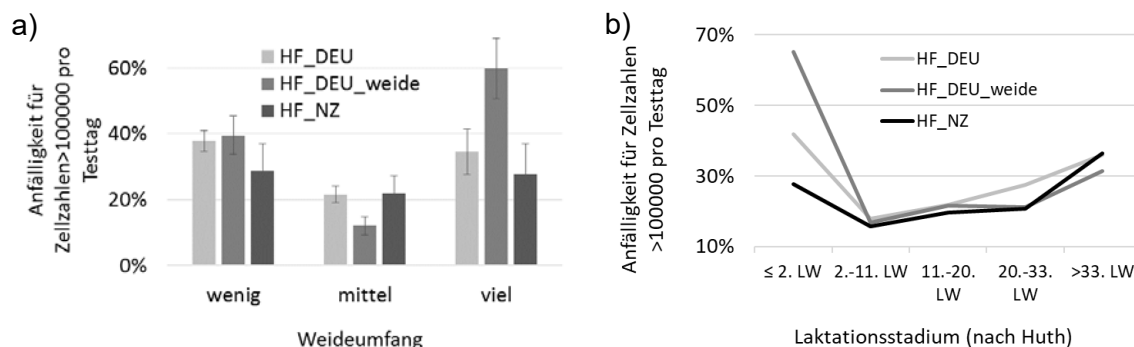


Abbildung 9: LSQ-Mittelwerte für die Anfälligkeit für Überschreitungen der Zellzahlgrenze 100000/ml Milch der verschiedenen Herkünfte (a) in Abhängigkeit vom Weideumfang und (b) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (LW=Laktationswoche) der ersten Laktation

NZ-Kühe haben unabhängig vom Weideumfang den höchsten Erstbesamungserfolg nach der Kalbung (Abbildung 10). Hier wird die Auswertung weiterer Kalbungen besonders interessant sein, auch um die folgenden Kalbedaten als Abgleich zu nutzen, ob in Einzelfällen noch weitere nicht gemeldete Bedeckungen stattgefunden haben.

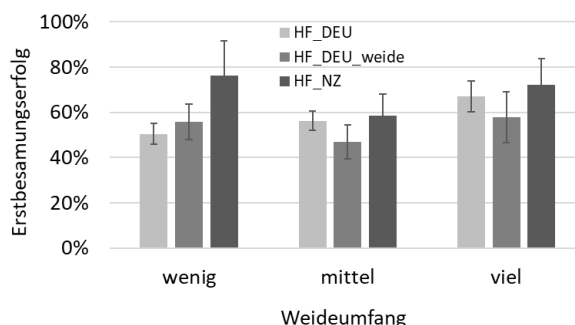


Abbildung 10: LSQ-Mittelwerte für den Erstbesamungserfolg der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit vom Weideumfang nach erster Kalbung

3.4 Vergleich genetischer Herkünfte: 'Tiergesundheit' und 'Tierwohlbe- finden' (AP IV)

3.4.1 Verschmutzung, Körperkondition, Lahmheit und Sprunggelenksverletzung

Nach Abschluss der einzelnen Erfassungsperioden fanden jeweils Analysen zur Erstellung von Zwischenberichten und für Rückmeldungen an die Betriebe statt. Da sich die Datenbank noch im Aufbau befand, sind so zu unterschiedlichen Altersabschnitten (≤ 3 / > 3 Jahre; 1., 2. und $> 2.$ Laktation) Auswertungen entstanden.

Tabelle 4 zeigt die Tierzahlen der verwendeten Datensätze.

Tabelle 4: Tierzahlen innerhalb einzelner Altersgruppen (Datenschnitt Oktober 2013) bzw. Laktationen (Datenschnitt Oktober 2014) und Genotypen

		Altersgruppe		Laktationsnummer		
		≤ 3 Jahre	> 3 Jahre	1	2	>2
Genotyp	HF_DEU	289	800	1143	1239	2334
	HF_DEU_weide	104	35	187	87	59
	HF_NZ	84	-	205	42	-

Erste Varianzanalysen zum Vergleich genetischer Herkünfte bzgl. 'Tiergesundheit' und 'Tierwohlbefinden' bestätigten, dass Töchter neuseeländischer Bullen in ihrer Altersklasse (≤ 3 Jahre) am besten abschneiden. Dies ist beispielhaft am Merkmal Hygiene Score (Verschmutzung an Euter, Bauch, Hinterbein und Hinteransicht) in Abbildung 11 dargestellt. Verschiedene Schwellen wurden benutzt, bei deren Überschreiten von einer Anfälligkeit gegenüber Verschmutzungen ausgegangen wird. Im Schwellenwertmodell für 0/1-Merkmale wurde der Alter(Genotyp)-Effekt für Bauch- und Euternoten bei einer anderen Definition der Schwelle (0/1-5) signifikant als für Hinterbein- und Hinteransichtnoten (0-2/3-5). Für die Auswertung mit PROC GLIMMIX in SAS 9.4 (SAS Institute; Cary, NC, USA) war folgendes generalisiertes lineares gemischtes Modell (3) mit definiert worden:

$$\text{logit}(\pi_{ijk}) = \log[\pi_{ijk}/(1-\pi_{ijk})] = \phi + B_i + \text{Alter}_j(GT_k) \quad (3)$$

- π_{ijk} = Anfälligkeit für Verschmutzung
- ϕ = Populationsmittel
- B_i = fixer Effekt des i-ten Betriebs
- Alter_j = fixer Effekt der j-ten Altersklasse (≤ 3 Jahre, > 3 Jahre)
- GT_k = fixer Effekte des k-ten Genotyps

Im Allgemeinen neigen ältere Tiere mehr zu Euterverschmutzungen (Abbildung 11) und Lahmheiten sowie Sprunggelenksverletzungen (nicht abgebildet). Die Vermutung, dass HF_NZ-Töchter nur aufgrund ihres geringeren Alters weniger anfällig sind, konnte aber durch Einbeziehung des Alterseffekts in das statistische Modell widerlegt werden. In einigen Fällen waren dies Tendenzen, da die Gruppe der Neuseeländer zum Zeitpunkt der Bereitstellung von Kalbedaten im Oktober 2013 noch relativ klein war (Tabelle 4).

Bei Verfügbarkeit der vollständigen Laktationsinformationen und nach weiteren Betriebsbesuchen im Jahr 2014 wurden die Modelle später um Laktationsstadium und Saisoneneffekt ergänzt, um Unterschiede zwischen den Genotypen noch besser herausarbeiten zu können. Im Rahmen der im vorangegangenen Kapitel erwähnten Masterarbeit (Maria Jaeger) sind diesbezüglich umfangreiche Varianzanalysen angefertigt worden. Zu berücksichtigen ist, dass von HF-NZ-Bullen noch keine und von HF_DEU_weide-Bullen nur begrenzte Töchterinformationen aus der dritten Laktation vorlagen (siehe Tierzahlen in Tabelle 4).

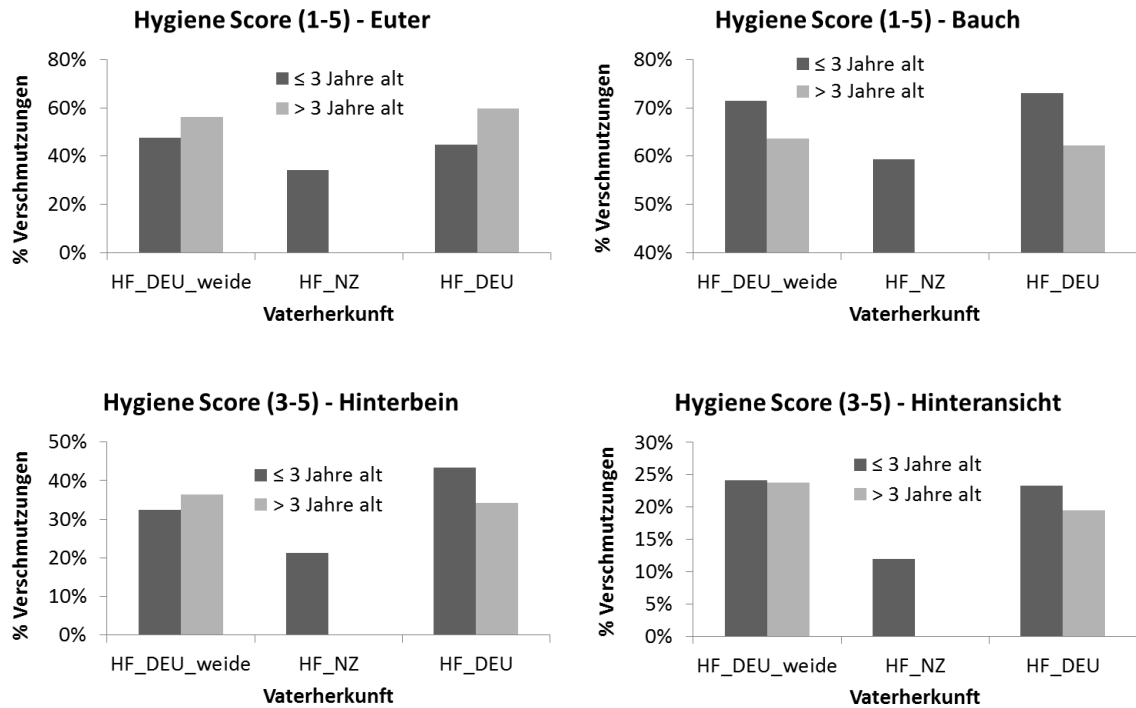


Abbildung 11: LSQ-Mittelwerte für Verschmutzungsanfälligkeit (vier verschiedene Körperbereiche) bei Unterscheidung zweier Altersgruppen in Abhängigkeit der Vaterherkunft

Die HF_NZ-Tiere schneiden allesamt sehr gut ab, die Töchter deutscher Weidebullen nehmen meistens eine Mittelstellung ein (Abbildung 12). Herauszustellen ist, dass sich die Körperkondition (BCS) der HF-NZ-Tiere im Laufe ihrer Entwicklung den Vergleichsgruppen angleicht, während der allgemeine Trend zunehmender Lahmheiten mit höherem Alter in der zweiten Laktation noch nicht beobachtet werden kann. Dies gilt auch für Sprunggelenksverletzungen, bei denen die HF_DEU_weide-Tiere sich allerdings auch als weniger anfällig erweisen. Verschmutzungen am Hinterbein (Noten 0 und 1 zusammengefasst zu „sauber“, 2-5 zu „verschmutzt“) sind bei den „kleineren Neuseeländern“ weniger stark, woraus man schließen kann, dass diese Tiere bei Auseinandersetzungen nicht benachteiligt sind und auch mit der Stallhaltung im Winter bzw. mit den Abmessungen und Abläufen unter hiesigen Stallbedingungen klarkommen. Womöglich führt aber deren Bewegungsfreiheit in den Liegeboxen bei den Vergleichstieren, die diese im Anschluss benutzen, zu erhöhten Verschmutzungen.

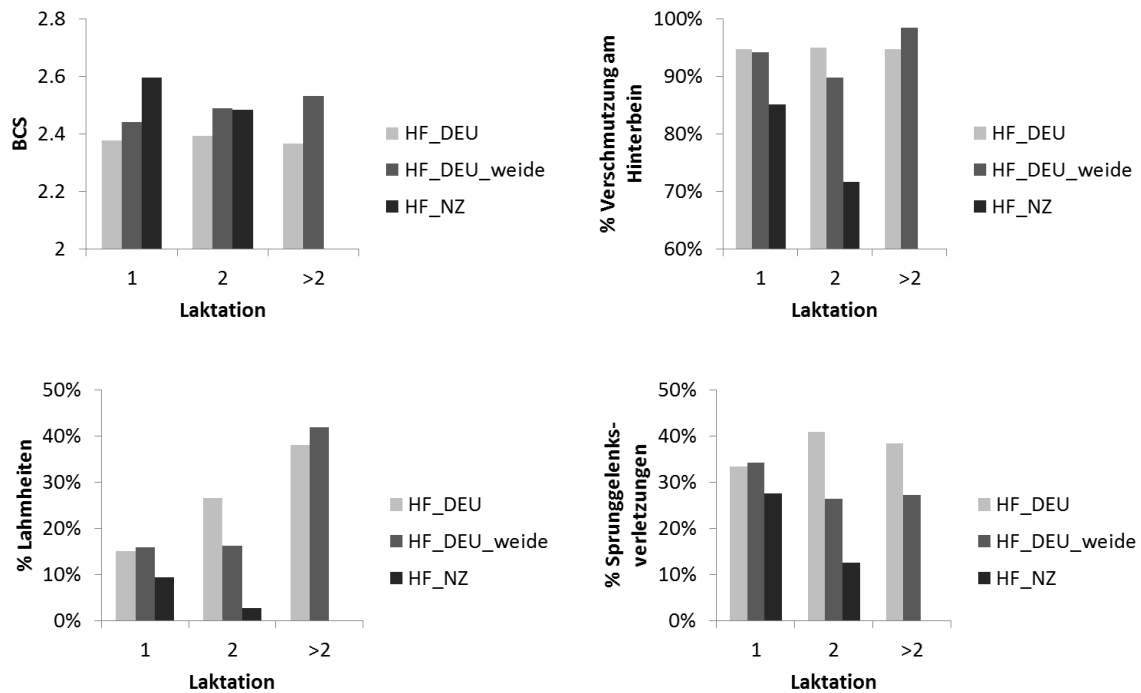


Abbildung 12: LSQ-Mittelwerte (korrigierte Mittelwerte) für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens

3.4.2 Befall mit Endoparasiten

Die Nachfrage deutscher Verbraucher nach Milch von Kühen aus Weidehaltung steigt stetig an (BÖLW, 2016), was die Umsetzung angepasster Zuchtzieldefinitionen und Selektionsstrategien unter Berücksichtigung der Parasitenresistenz für Milchkühe in Weideproduktionsystemen impliziert. Selektion könnte ansetzen bei der Auswahl geeigneter Rassen oder Linien, aber auch bei der Auswahl von resistenten Tieren innerhalb einer Rasse. Neuseeland (NZL) mit seinem traditionellen Weidesystem fokussierte in den letzten Jahrzehnten gezielt auf alternative Zuchtzieldefinitionen (Miglior et al., 2005) und Anpassungsfähigkeit an Weidebedingungen (McCarthy et al., 2007). Die Hypothese ist somit, dass „NZL-Holstein-Friesian (HF) Weidegenetik“ als eine spezielle Selektionslinie eine bessere Resistenz gegenüber Weideparasiten aufweist als HF-Tiere, die in anderen Produktionssystemen gehalten bzw. für andere Produktionsbedingungen selektiert wurden.

Neben den drei HF-Selektionslinien (HF_DEU=639 Kühe, HF_DEU_weide=70 Kühe, HF_NZ=72 Kühe) wurden 363 DSN-Kühe in den Versuch einbezogen. Auf 17 Betrieben wurden im Sommer und Herbst 2015 insgesamt 2006 Kotproben entnommen. Für Magen-Darm-Strongyloiden (MDS) wurde die Eizahl pro Gramm Kot (EPG) basierend auf einer Menge von 4 g Kot mittels McMaster-Verfahren und für Leberegel (*Fasciola hepatica*, Fp) die Eizahl in 10 g Kot mittels Sedimentationsverfahren bestimmt. Auf Larven von Lungewürmern (*Dictyocaulus viviparus*, Dv) wurde im Auswanderungsverfahren mit einer Menge von 40 g Kot untersucht. Die Prävalenzen zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Anteil befallener Kotproben mit dem jeweiligen Endoparasit, unterteilt nach Probe-termin und deskriptive Statistik

	Prävalenz		Deskriptive Statistik			
	Juni/Juli	Sept./Okt.	Mittel	Std	Min	Max
Großer Leberegel (<i>Fp</i>)	10 %	9 %	0.63	3.71	0	89
Lungenwurm (<i>Dv</i>)	1 %	3 %	0.17	2.15	0	46
Magen-Darm-Strongyliden (MDS)	33 %	23 %	11.38	22.62	0	225

LSQ-Mittelwerte für die Eiausscheidung der Magen-Darm-Strongyliden (MDS) wurden mittels PROC MIXED in SAS (Version 9.4, SAS Institute; Cary, NC, USA) mit folgendem Modell (4) geschätzt, um Unterschiede in der Parasitenresistenz zwischen Selektionslinien zu evaluieren:

$$y_{ijklmn} = \mu + BT_i + LS_j + LN_k + SL_l(sp_m) + k_n + e_{ijklmn} \quad (4)$$

y_{ijklmn} = Beobachtungen für MDS

BT_i = fixer Effekt für Betrieb (1-17)

LS_j = fixer Effekt für das Laktationsstadium (nach Huth, 1995)

LN_k = fixer Effekt der Laktationsnummer (1, 2, 3, 4, ≥ 5)

SL_l = fixer Effekt der Selektionslinie

sp_m = fixer Effekt der Kotentnahmeperiode (1, 2)

k_n = zufälliger Tierfaktor mit bis zu zwei Messungen pro Kuh

e_{ijklmn} = zufälliger Restfehler

Abbildung 13 verdeutlicht die Unterschiede in der Eiausscheidung von MDS innerhalb der Selektionslinien an beiden Probeterminen. Die niedrigsten Werte konnten für Kühe mit Vätern neuseeländischer Abstammung (HF_NZ) sowie indirekt auf bedeutende Merkmale der Weidehaltung selektierten Vätern (HF_DEU_weide) festgestellt werden. HF_DEU zeigten im Vergleich zu DSN etwas geringere EpG-Werte.

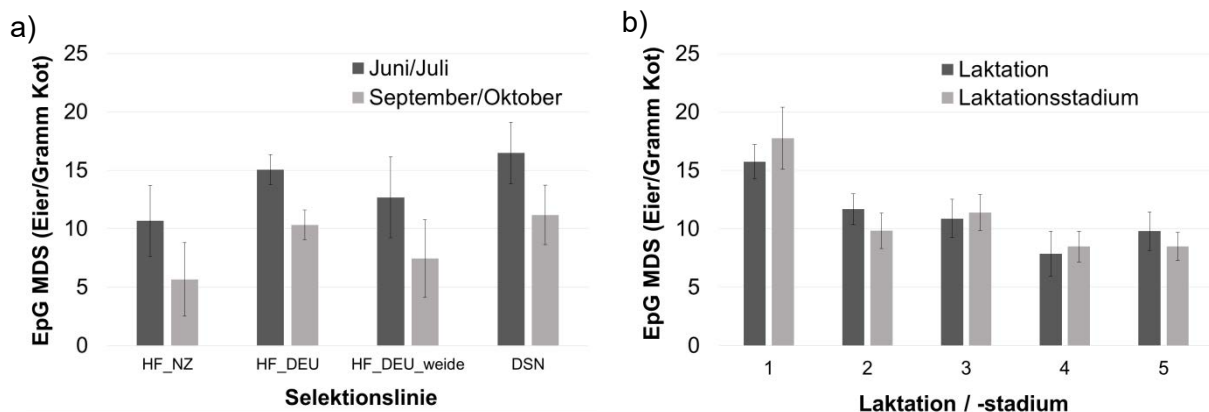


Abbildung 13: LSQ-Mittelwerte der Eiausscheidung (EpG) von Magen-Darm-Strongyliden (MDS) im Juni/Juli und September/Oktober 2015 für verschiedene Selektionslinien von schwarzbunten Kühen (a) und in Abhängigkeit von Laktationsnummer und -stadium (b)

Bei DSN-Kühen war eine geringere Anfälligkeit mit niedrigeren MDS-Eiausscheidungsraten erwartet worden, da diese züchterisch in der norddeutschen Grünlandregion Ostfriesland beheimatet sind (Mügge et al., 1999). In höheren Laktationen und mit fortschreitendem Laktationsstadium ist wie beim Vergleich von erstem und zweitem Probetermin durch Resistenzbildung eine geringere Anfälligkeit gegenüber MDS-Infektionen anhand der niedrigeren Eiausscheidungsmengen sichtbar. Das deckt sich mit Untersuchungen von Gasbarre et al. (2001) und Perri et al. (2011). Auch bei *Dv* konnten signifikante Linienunterschiede gefunden werden, jedoch nicht bei *Fp*. Tendenziell schnitten die beiden Weidegenetiken bzgl. *Dv* besser (Sommertermin, nicht signifikant) und DSN-Kühe schlechter (im Herbst, signifikant) ab als die Vergleichsgenetik HF_DEU.

Diese Daten wurden linienübergreifend zur Modellierung der Anfälligkeit im Laktationsverlauf und zur Untersuchung der Beziehungen zu Produktionsmerkmalen auf genetischer Ebene mit Hilfe von Random Regression-Methodik (siehe Kapitel 3.6.2) genutzt. Random Regression-Modelle kamen auch bei der Analyse von Gesundheitsdaten in Abhängigkeit der Laktationswoche auf Basis betrieblicher Diagnosen (3.4.3) und auf phänotypischer Ebene zur Betrachtung des Einflusses von Hitzestress auf physiologische Merkmale (3.4.4), wie Körper- und Hauttemperaturen sowie Puls- und Respirationsrate zum Einsatz.

3.4.3 Gesundheitsdaten auf Basis betrieblicher Diagnosen

Für den Vergleich von Anfälligkeiten gegenüber Krankheiten, die durch Weidegang begünstigt oder verringert sein könnten, standen Diagnosen von 30 Stall- und 18 Weidebetrieben zur Verfügung, die im Rahmen betrieblicher Krankheitsmeldungen in einer Online-Datenbank vom HVL erfasst worden sind.

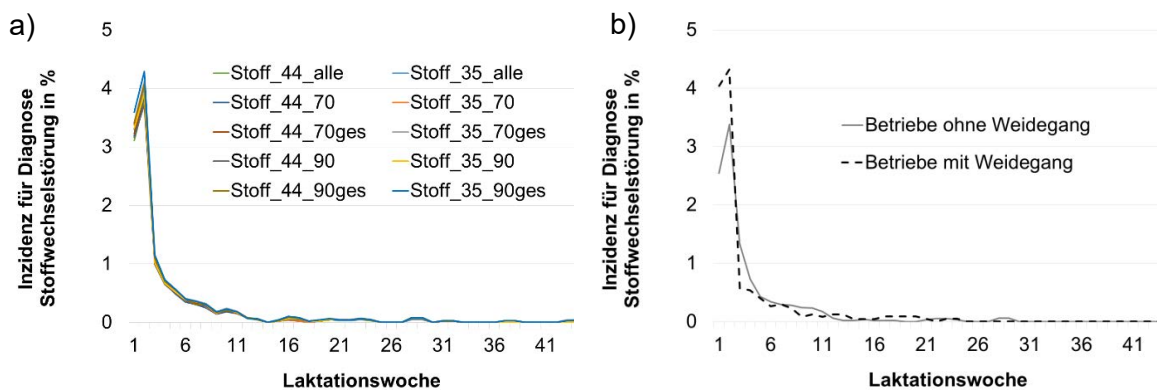
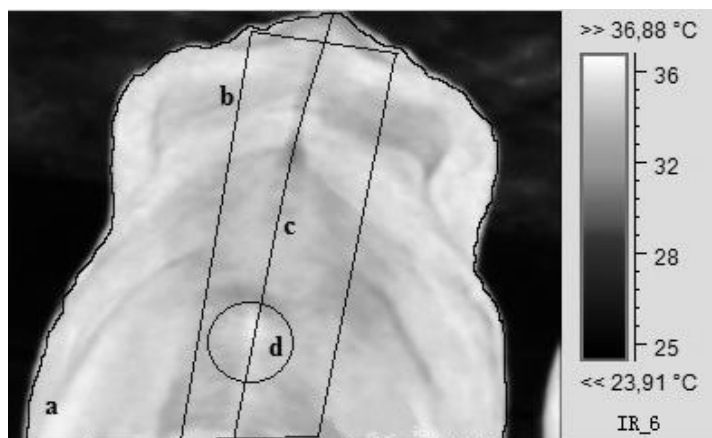


Abbildung 14: Inzidenzen für Stoffwechselstörungen im Laktationsverlauf für (a) verschiedene Betriebslisten (44 zuverlässig erfassende und 35 sehr zuverlässig erfassende Betriebe) und Definitionen der Risikozeiträume (70 oder 90% aller Diagnosen und Beschränkung der kranken und zusätzlich auch gesunden Tiere) und für (b) 18 Betriebe mit und 30 ohne Weidegang (90_ges-Definition)

Zur Bestimmung der gesunden Vergleichstiere bei der Berechnung der Inzidenz wurden verschiedene erkrankungsspezifische Risikozeiträume definiert. Bei Stoffwechselstörungen sind bis zur 3. Laktationswoche 70% der Diagnosen aufgetreten und bis zur 8. Laktationswoche 90%. Je nachdem, ob man die Anwesenheit nur bei kranken oder auch bei gesunden Kühen überprüft und welche Betriebsliste verwendet wird (44 zuverlässig erfassende und 35 sehr zuverlässig erfassende Betriebe), liegen abweichende Datensätze für die Schätzung genetischer Parameter vor. Offensichtlich kommt es in Weidebetrieben in den ersten beiden Wochen nach der Kalbung häufiger zu Stoffwechselstörungen (bis zu 1,5% mehr) als in reinen Stallhaltungsbetrieben (Abbildung 14).

3.4.4 Einfluss von Hitzestress auf physiologische Merkmale

Der Einfluss von Hitzestress auf Körpertemperatur und Leistung wurde in diesem Abschnitt untersucht. Temperaturaufzeichnungen lagen in Form von Infrarotkameraaufnahmen (Trotic IC120 LV), Körpertemperaturmessungen (Scala SC 12) sowie Temperatur- und Luftfeuchte-Aufzeichnungen von Datenloggern (Voltcraft DL-120 TH) aus zwei Versuchsbetrieben vor. Leistungsdaten wurden der nächstgelegenen monatlichen Milchkontrolle entnommen. Das Tiermaterial bestand aus reinen DSN-Kühen bzw. seit 1985 auf hochleistende HF umgezüchteten DSN-Kühen. DSN-Kühe waren bereits in Kapitel 3.4.2 als Weidegenetik in den Vergleich zum Parasitenbefall einbezogen worden. Insgesamt standen 2884 DSN- und 550 HF-Beobachtungen von Betriebsbesuchen aus den Jahren 2013-2015 zur Verfügung. Verschiedene Areale der Rückenansicht wurden mit der Software zur Infrarotkamera (Trotic IC-Report DuoVision 1.08.06S) definiert (Abbildung 15).



- a) **Upper** = freihändig umrandete Rückenansicht ohne Kopf und Nacken
- b) **Back** = viereckiges Areal zwischen Sitzbeinhöckern und Schultern
- c) **Line** = Linie entlang der Wirbelsäule vom Schwanz zum Nacken
- d) **Withers** = Kreiszone um den Widerrist

Abbildung 15: Verschiedene Areale der Hauttemperatur auf dem Rücken der Kuh

Anhand der im Stall gemessenen Temperaturen (T) und Luftfeuchtigkeiten (LF) wurde ein Temperatur-Feuchtigkeitsindex (THI) berechnet (National Research Council, 1971), der das gängige Werkzeug zur Modellierung von Hitzestress bei Nutztieren ist:

$$\text{THI} = (1,8 * T \text{ } ^\circ\text{C} + 32) - [(0,55 - 0,0055 * \text{LF } \%) * (1,8 * T \text{ } ^\circ\text{C} - 26)]$$

Die Korrelationen zwischen den Hauttemperaturen der verschiedenen Rückenareale liegen zwischen $r=0,96$ und $r=0,99$ (Tabelle 6). Die Respirationsrate weist zu den Hauttemperaturen höhere Korrelationen auf ($r=0,59-0,60$), als zu den rektal und vaginal gemessenen Körpertemperaturen ($r=0,32$ bzw. $r=0,18$). Das zeigt die größere Abhängigkeit der Hauttemperatur von Klimaeinflüssen, die der Körper durch evaporative Wärmeabgabe ausgleicht.

Tabelle 6: Phänotypische Korrelationen (Anzahl der Beobachtungen) zwischen verschiedenen Temperaturmessungen sowie Respirations- und Pulsrate

	Rektal- temperatur	Upper	Back	Withers	Line	Vaginal- temperatur	Respira- tionsrate
Upper	0,24**** (3036)						
Back	0,24**** (3036)	0,99**** (3036)					
Withers	0,25**** (3036)	0,96**** (3036)	0,97**** (3036)				
Line	0,25**** (3036)	0,98**** (3036)	0,99**** (3036)	0,98**** (3036)			
Vaginaltemperatur	0,75**** (1006)	0,19**** (837)	0,20**** (837)	0,19**** (837)	0,22**** (837)		
Respirationsrate	0,32**** (1904)	0,60**** (1680)	0,60**** (1680)	0,59**** (1680)	0,60**** (1680)	0,18**** (974)	
Pulsrate	0,12**** (2022)	-0,15**** (1849)	-0,15**** (1849)	-0,14**** (1849)	-0,14**** (1849)	0,07* (977)	-0,07** (1809)

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$ und **** = $p < 0,0001$

Ein Random Regression-Modell wurde benutzt, um Veränderungen physiologischer Merkmale durch ansteigende THI-Werte auf phänotypischer Ebene zu untersuchen. Dafür wurden LSQ-Mittelwerte mit einem linearen gemischten Modell in der SAS9.2-Prozedur MIXED (SAS Institute, Cary, NC) berechnet. Das allgemeine statistische Modell (5) in Matrixnotation lautet:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e} \quad (5)$$

mit \mathbf{y} , dem Vektor der physiologischen Merkmale Körpertemperatur, Puls- und Respirationsrate; \mathbf{b} , dem Vektor der fixen Effekte Laktationsnummer, Laktationsstadium, Messjahr, Messsaison und Regression für die Kovariable THI mit Hilfe Legendre Polynomen 3. Ordnung, genestet innerhalb fixer Effekte Laktationsstadium, Harnstoffklassen bzw. Fett-Eiweiß-Quotient; \mathbf{u} , dem Vektor des zufälligen Tiereffekts; \mathbf{X} und \mathbf{Z} sind die jeweiligen Inzidenzmatrizen.

Körpertemperaturen und weitere physiologische Merkmale hängen in unterschiedlichem Ausmaß von kuhindividuellen Faktoren (Leistungsniveau, Stoffwechsel, Krankheit, ...) ab,

wie Abbildung 16 für Vaginaltemperatur und Pulsrate innerhalb unterschiedlicher Laktationsstadien bzw. Milchwahstoffklassen darstellt. Demnach ist in der Frühphase der Laktation (<70. Laktationstag) und bei erhöhten Harnstoffwerten eine erhöhte Sensitivität gegenüber Hitze vorhanden, die sich in höheren Vaginaltemperaturen und einem stärkeren Absinken der Pulsrate mit zunehmendem THI zeigt.

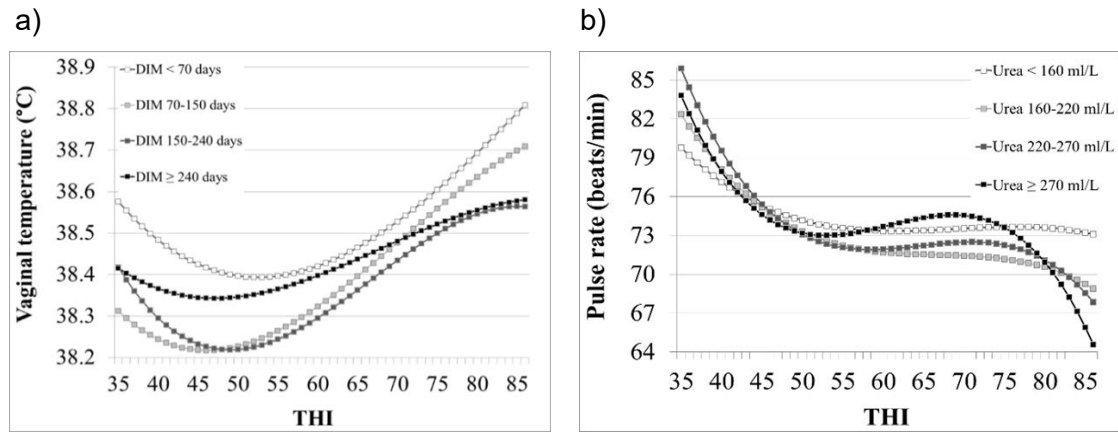


Abbildung 16: LSQ-Mittelwerte für (a) Vaginaltemperatur innerhalb Laktationsstadium (DIM-Klassen) und für (b) Pulsrate innerhalb Harnstoff-Klassen in Abhängigkeit vom THI (DSN-Kühe)

Auch Karimi et al. (2015) fanden negative Effekte von Hitzestress bei hochleistenden Kühen während des Laktationspeaks und in der späten Trächtigkeit. Milchwahstoff steht im Zusammenhang mit Energiedefiziten und wird auch als früher Indikator für Fruchtbarkeitsstörungen genutzt (König et al., 2008). Cowley et al. (2015) dagegen fanden, dass sinkende Herzfrequenzen in Hitzestressperioden begleitet wurden von niedrigen Milchprotein- und -kaseinanteilen.

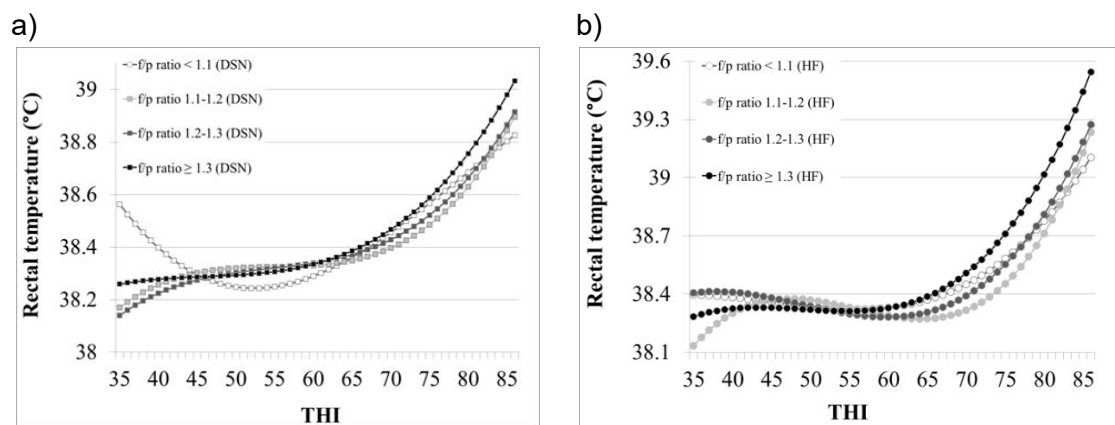


Abbildung 17: LSQ-Mittelwerte für Rektaltemperatur innerhalb FEQ-Klassen in Abhängigkeit vom THI bei DSN-Kühen (a) und HF-Kühen (b)

Da für jeden Betrieb ein separater Rechenlauf gestartet wurde, sind Ergebnisse für einige Merkmale bei vorliegender Konvergenz und Signifikanz aller einbezogenen Effekte so-

wohl für DSN als auch für HF-Kühe verfügbar. Abbildung 17 veranschaulicht, dass bei Kühen beider Linien mit einem FEQ $\geq 1,3$ ab einem THI von ca. 60 die höchsten Rektaltemperaturen gemessen wurde. HF-Kühe neigen zudem zu einem stärkeren Anstieg der Rektaltemperatur mit zunehmendem Hitzestress als DSN-Kühe (Differenz bis zu 0,03-0,04°C). Verschiedene Grenzwerte für das Auftreten von Hitzestress sind in der Literatur für Milchkühe in gemäßigten und wärmeren Klimaten und unter Zuhilfenahme von Wetterstationsdaten sowie Klimaaufzeichnungen im Stall diskutiert worden (Brügemann et al., 2012; Bohmanova et al., 2007; Schüller et al., 2014). So kann bei hiesigen Witterungsbedingungen sowie bei Außenklimamesswerten von einer niedrigeren Toleranzschwelle ausgegangen werden. Bei funktionalen Merkmalen äußern sich Stresssymptome zudem meist eher, wie die Untersuchung physiologischer Merkmale auch hier gezeigt hat.

3.5 Genotyp-Umwelt-Interaktionen (AP V)

Mit Varianzanalysen können Genotyp-Umwelt-Interaktionen auf phänotypischer Ebene nachgewiesen werden, in der Form, dass der im Modell berücksichtigte Interaktionseffekt aus Genotyp und Umwelt einen signifikanten Einfluss auf das Merkmal ausüben muss. Im Abschnitt 3.3 sind LSQ-Mittelwerte für fett- und eiweißkorrigierte Leistung (ECM), Eutergesundheit (SCS) und Konzeptionsrate (EBE) dargestellt, die mit Hilfe eines Modells mit signifikantem Interaktionsterm für Weideumfang x Vaterherkunft berechnet wurden.

3.5.1 Zuchtwertkorrelationen

Bevor mit Hilfe genetischer Korrelationen zwischen Betrieben im WEIDEKUH II-Projekt auf klassische Weise Genotyp-Umwelt-Interaktionen über die verschiedenen Linienkreuzungen hinweg nachgewiesen werden sollen, wurden zunächst Zuchtwerte für Weideproduktionsysteme aus den durchgeführten Varianzkomponentenschätzungen mit offiziellen Zuchtwerten der Bullen vom VIT (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung e.V.), die anhand von Töchterleistungen aus Betrieben in ganz Deutschland geschätzt worden sind, korreliert. Gemäß Calo et al. (1973) fand eine Transformation in genetische Korrelationen (r_g) statt. Zur Varianzkomponentenschätzung mit Hilfe des DMU-Programmpaketes (Madsen und Jensen, 2000) und des AI-REML Algorithmus wurde folgendes lineares Tiermodell (6) verwendet:

$$Y_{ijklmn} = \mu + B_i + L\text{Stad}_j(JS_k) + \text{Lakt}_l + \text{Kuh}_m + \text{perm}U_n + e_{ijklmn} \quad (6)$$

Y_{ijklmn}	= Beobachtungen für die Testtagsmerkmale Mkg, ECM, E%, Ekg, F%, Fkg, FEQ, SCS
μ	= Populationsmittel
B_i	= fixer Effekt des i-ten Betriebs
$L\text{Stad}_j$	= fixer Effekt des j-ten Laktationsstadiums nach Huth (1995)
JS_k	= fixer Effekt der k-ten Jahr-Saison
Lakt_l	= fixer Effekt der l-ten Laktation
Kuh_m	= zufälliger Effekt der m-ten Kuh
$\text{perm}U_n$	= zufälliger permanenter Umwelteffekt der n-ten Messung am selben Tier
e_{ijklmn}	= zufälliger Resteffekt

Für die binären (0/1-) Merkmale wurde ein generalisiertes lineares gemischtes Modell (7) mit einer Logit Link-Funktion definiert:

$$\text{logit}(\pi_{qrstuv}) = \log [\pi_{qrstuv} / (1 - \pi_{qrstuv})] = \phi + B_q + L\text{Stad}_r(JS_s) + \text{Lakt}_t + \text{Kuh}_u + \text{permU}_v \quad (7)$$

π_{qrstuv}	= Anfälligkeit einer Kuh für eine Note > 1 (Locomotion und Sprunggelenksverletzungen) bzw. > 0 (Verschmutzung am Hinterbein)
ϕ	= Populationsmittel
B_q	= fixer Effekt des q-ten Betriebs
$L\text{Stad}_r$	= fixer Effekt des r-ten Laktationsstadiums nach Huth (1995)
JS_s	= fixer Effekt der s-ten Jahr-Saison
Lakt_t	= fixer Effekt der t-ten Laktation
Kuh_u	= zufälliger Effekt der u-ten Kuh
permU_v	= zufälliger permanenter Umwelteffekt der v-ten wiederholten Messung am selben Tier

Für die hier betrachteten Merkmale, zu denen sowohl veröffentlichte Zuchtwerte der Väter (n=101) vorliegen als auch mindestens fünf Töchter im Datenmaterial vorhanden sind, konnten bis auf Mkg ($r_g=0,88$), Ekg ($r_g=0,81$) und SCS ($r_g=0,82$) Genotyp-Umwelt-Interaktionen nachgewiesen werden, da r_g unter 0,80 liegt: EBE ($r_g=-0,13$), BCS ($r_g=0,44$) und LOC ($r_g=-0,40$). König et al. (2005) hatten genetische Korrelationen für 305-Tage-Leistungen in vergleichbarer Höhe geschätzt (Mkg: $r_g=0,74-0,84$ und E%: $r_g=0,82$). Die ermittelten Korrelationen für somatischen Zellgehalt lagen in einem ähnlichen Bereich wie bei Calus et al. (2006) ($r_g=0,43-0,89$). Die Ergebnisse von Castillo-Juarez et al. (2000) ($r_g=0,001$, $r_g=0,015$) bestätigen die geringen Korrelationen für Konzeptionsrate. Auch die Korrelationen für BCS ($r_g=0,34$ und $r_g=0,79$) von Oikonomou et al. (2008) entsprechen in etwa den Ergebnissen dieser Studie. Die niedrigen genetischen Korrelationen für funktionale Merkmale würden demnach für die Etablierung gesonderter Selektionsstrategien durch Ausweisen separater Zuchtwerte in einem Weidezuchtprogramm sprechen, während angesichts der tolerablen genetischen Korrelationen bei Milchleistungsmerkmalen von >0,8 zwischen beiden Produktionssystemen (Weidebetriebe x Stallbetriebe) noch kein dringender Handlungsbedarf diesbezüglich besteht.

Zuchtwerte für 31 Väter, von denen mindestens 10 Töchterleistungen in die Schätzung eingingen, sind in Tabelle 7 dargestellt. Neuseeländer vererben bei den Tierwohlindikatoren Hygiene- (Hbein) und Locomotionsscore (LOC) durchweg erwünschte Eigenschaften, die zu einem Verhalten bzw. einer Konstitution führen, die die Tiere weniger anfällig für Verschmutzungen und Lahmheiten machen. Bei Sortierung nach Erstbesamungserfolg (EBE) sind Neuseeländer genauso wie deutsche Weidebullen breit verteilt über die ganze Liste und schneiden hier etwas besser ab, während bei der Eutergesundheit (Hilfsmerkmal Somatic Cell Score (SCS), log-transformierte Zellzahl) die deutsche Weidegenetik mehr Bullen in der oberen Hälfte platzieren kann und aus Neuseeland dort lediglich ein Bulle zu finden ist. Deutlich konzentriert sind die Neuseeländer Bullen am unteren Ende der Milchleistungsliste, auf der die deutschen Weidebullen eher mittlere Plätze einnehmen.

Tabelle 7: Zuchtwerte für 31 Väter mit mind. 10 Töchtern in den Projektbetrieben, deren Leistungen, Besamungsinformationen und Einstufungsnoten in Schätzungen für genetische Parameter einfließen, absteigend sortiert für jeweiliges Merkmal mit jeweiliger Herkunft des Bullen (HF_DEU = D, HF_DEU_weide = D_w, HF_NZ = NZ)

Rang	Herkunft	Mkg	Herkunft	SCS	Herkunft	EBE	Herkunft	Hbein	Herkunft	LOC
1	D	136	D_w	154	NZ	143	NZ	163	NZ	153
2	D	130	D	143	D_w	143	NZ	149	NZ	153
3	D	126	D_w	141	D	129	NZ	147	NZ	148
4	D_w	124	D	135	D	123	NZ	145	NZ	142
5	D	122	D	134	NZ	122	NZ	140	NZ	137
6	D	118	D	122	D	121	D	138	D	136
7	D	116	D	122	D	120	NZ	135	D	128
8	D	116	D	118	D	115	D	122	D_w	127
9	D	112	D	116	NZ	113	D	121	D_w	126
10	D_w	112	D_w	114	D_w	111	D_w	121	D	124
11	D	111	D_w	109	D	109	D_w	115	D	122
12	D	110	D	106	D_w	105	D	112	NZ	120
13	D	108	NZ	105	NZ	104	D	109	D_w	111
14	D	104	D	105	D_w	103	D	107	D	108
15	D	101	D	103	D	102	D	104	D	105
16	D_w	100	D	103	D	101	D_w	103	D	103
17	D	99	D	100	D	97	D	102	D	98
18	D_w	98	D	96	D_w	97	D_w	101	D	96
19	D_w	97	D_w	94	D_w	97	D	99	D_w	91
20	D	97	D_w	90	D	96	D	93	D	90
21	D_w	96	NZ	88	NZ	96	D	92	D_w	89
22	NZ	95	D	87	NZ	93	D_w	91	D	89
23	D	92	D	84	D	91	D	91	D_w	87
24	D	91	NZ	80	D	86	D	91	D	82
25	NZ	89	NZ	77	D	84	D	88	D	82
26	NZ	88	D	69	D	80	D	85	D	80
27	D_w	78	D	67	D	77	D_w	84	D_w	80
28	NZ	78	NZ	66	D	69	D	78	D	77
29	D	74	D	58	D	69	D_w	74	D	77
30	NZ	72	NZ	58	D	67	D	73	D	75
31	NZ	68	D_w	51	D_w	66	D	69	D	66

3.5.2 Genetische Korrelationen für Produktionsmerkmale, Tiergesundheit und -wohlbefinden

Nach Abschluss der dritten Besuchstour wurden die Zuchtwertkorrelationen dann durch die Verwendung von Mehrmerkmalsmodellen, wie sie auch zur Beschreibung genetischer Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Merkmalen genutzt werden, untermauert. Ein Merkmal in zwei verschiedenen Produktionssystemen (Weidebetriebe, Betriebe ohne Weidenutzung) wurde dabei als zwei unterschiedliche Merkmale betrachtet, um zwischen diesen genetische Korrelationen schätzen zu können. Kennzahlen der deskriptiven Statistik sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik für die Merkmale aus der Varianzkomponentenschätzung

Merkmal	Weidebetriebe					Stallbetriebe				
	N	Mittel	Std.	Min.	Max.	N	Mittel	Std.	Min.	Max.
Mkg	1699	22,75	7,27	4,00	54,00	1161	31,41	9,52	6,60	62,90
E%	1699	3,39	0,38	2,44	5,30	1161	3,33	0,32	2,64	4,73
Ekg	1699	0,76	0,21	0,16	1,58	1161	1,03	0,26	0,25	1,93
F%	1699	4,30	0,73	2,11	7,34	1161	3,96	0,66	1,80	7,66
Fkg	1699	0,96	0,28	0,13	2,38	1161	1,21	0,32	0,31	2,79
FEQ	1699	1,27	0,18	0,68	2,51	1161	1,19	0,17	0,55	2,61
SCS	1699	2,66	1,63	0,01	9,64	1161	2,50	1,56	0,01	9,64
BCS	2259	2,40	0,41	1	4	1458	2,58	0,35	1,5	4
LOC	2972	0,39	0,49	0	1	1444	0,50	0,50	0	1
Hsum	2253	5,78	3,33	1	17	1428	6,47	3,27	1	17

Für die bivariaten Rechenläufe zur Varianzkomponentenschätzung wurde auf die Modelle der Genotypvergleiche und Zuchtwertschätzungen zurückgegriffen. Da die genetischen Korrelationen für Binärmerkmale allzu hohe Standardfehler aufwiesen, wurden verschieden strukturierte Datensätze (mit und ohne wiederholte Beobachtung), Vereinfachungen der Modelle (Zerlegung des Laktationsstadium x Jahr-Saison-Effektes) und Änderung der Merkmalsdefinition (linear statt binär) ausprobiert. All diese Anpassungen bewirkten zwar keine nennenswerten Abweichungen bei den Schätzwerten, aber eine Reduktion der Standardfehler, sodass sie letztendlich für alle Merkmale übernommen wurden.

Tabelle 9: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Milchleistungsdaten auf Testtagsbasis, getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g)

	Mkg	E%	Ekg	F%	Fkg
h^2_{Weide}	0,197±0,065	0,339±0,082	0,141±0,060	0,322±0,077	0,103±0,065
h^2_{Stall}	0,278±0,083	0,349±0,098	0,238±0,079	0,349±0,092	0,373±0,100
r_g	0,862±0,510	0,407±0,446	1,000±0,580	0,576±0,475	-0,233±0,718

Die geschätzten genetischen Parameter sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Heritabilitäten (h^2_{Weide} und h^2_{Stall}) unterscheiden sich bei den Inhaltsstoffen nur leicht. Dies bestätigen die Ergebnisse von Huquet et al. (2012). Bei den Mengenmerkmalen liegen die h^2_{Stall} deutlich über den h^2_{Weide} , v.a. aufgrund höherer additiv-genetischer Varianzen (Mkg: 10,6 vs. 4,8 kg²; Ekg: 0,022 vs. 0,008 kg²; Fkg: 0,021 vs. 0,005 kg²).

Die genetische Korrelation für Mkg ($r_g=0,86$ im Vgl. zu $r_g=0,88$) deckt sich erstaunlich gut mit der für dieses Merkmal verfügbaren Zuchtwertkorrelation, obwohl dort auf die offiziellen VIT-Zuchtwerte (die zum großen Teil auf Töchterleistungen aus reiner Stallhaltung beruhen) zurückgegriffen wurde. Die genetische Korrelation liegt knapp an der von Robertson (1959) definierten Grenze von $r_g=0,8$, bei deren Unterschreiten vom Vorhandensein von Genotyp-Umwelt-Interaktionen ausgegangen wird. Bei den Inhaltsstoffen sind die Werte

viel geringer und bei Fkg sogar negativ, was mit Sicherheit durch die großen Unterschiede bei der Fütterung (Total-Mischration vs. Fütterung von Einzelkomponenten, Weidenutzung und Einsatz von Kraftfutterautomaten) hervorgerufen wird. Bei Ekg wurde eine Korrelation von 1 geschätzt, diese war bei Nauta et al. (2006) zwischen konventionellen und Ökobetrieben geringer als die für Fkg und Mkg.

Tabelle 10: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), Eutergesundheit (SCS), Körperkondition (BCS), Lahmheit (LOC) und Gesamtverschmutzung (Hsum), getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g)

	FEQ	SCS	BCS	LOC*	Hsum
h^2_{Weide}	0,200±0,073	0,092 ± 0,065	0,274±0,054	0,069±0,046	0,168±0,050
h^2_{Stall}	0,253±0,081	0,049 ± 0,051	0,071±0,049	0,047±0,037	0,077±0,052
r_g	0,996±0,554	1,000 ± 1,607	1,000±0,624	1,000±1,250	1,000±0,765

*lineare Merkmalsdefinition zur Schätzung von r_g

Bis auf FEQ sind für alle funktionalen Merkmale höhere Heritabilitäten unter Weidebedingungen geschätzt worden (Tabelle 10). Die genetischen Korrelationen der dargestellten Merkmale lagen aufgrund von Konvergenzproblemen alle relativ konstant bei 1 und die Standardfehler waren entsprechend hoch. In dem Fall ist somit auf Zuchtwertkorrelationen zurückzugreifen (Abschnitt 3.5.1), solange die Ursache dafür unbekannt ist.

3.5.3 Genetische Korrelationen für Gesundheitsmerkmale

Gesundheitsdaten wurden ab 2013 in der elektronischen Gesundheitsdatenbank des HVL dokumentiert. Diese konnten unterteilt werden in zwei Datensätze mit 18 Weidebetrieben und 30 Betriebe mit reiner Stallhaltung. 1694 Diagnosen für Fortpflanzungsstörungen, 1535 Diagnosen für Mastitiserkrankungen und 620 Diagnosen für Mortellarobefunde flossen in die wochenbasierte Analyse ein, was bei Einbeziehung der Laktationswochen ohne Diagnose in Tierzahlen und Wocheninzidenzen resultierte, die in Tabelle 11 dargestellt sind.

Tabelle 11: Deskriptive Statistik zu Diagnosen (0 oder 1) für Fortpflanzungsstörungen (Fortpfl), Mastitis (Mast) und Mortellaro (Mort) auf Wochenbasis

Merkmal	N	Mittel	Std.	Min.	Max.
Fortpfl_stall	109352	0,011	0,105	0	1
Fortpfl_weide	58306	0,008	0,089	0	1
Mast_stall	136496	0,008	0,087	0	1
Mast_weide	71890	0,007	0,082	0	1
Mort_stall	144924	0,002	0,048	0	1
Mort_weide	76317	0,004	0,061	0	1

Für die Untersuchung des genetischen Hintergrundes von Anfälligkeiten gegenüber ausgewählten Krankheiten wurden bestimmte Laktationsabschnitte betrachtet, deren Länge anhand der Verfügbarkeit von 90% aller Diagnosen des jeweiligen Krankheitskomplexes definiert wurde. Zur Schätzung genetischer Parameter für einzelne Laktationswochen mit DMU (Madsen und Jensen, 2000) unter Verwendung der Gibbs Sampling-Methodik (100000 Runden, davon Burn In=20000) wurde folgendes Random-Regression-Modell (8) aufgestellt:

$$\text{logit}(\pi_{ijkl}) = \log \left[\frac{\pi_{ijkl}}{1-\pi_{ijkl}} \right] = \varphi + \text{Lakt}_i + \text{HJS}_j + \sum_{l=1}^3 \alpha_{kl} z_l + \sum_{l=1}^3 \beta_{kl} z_l \quad (8)$$

- π_{ijkl} = Anfälligkeit einer Kuh für Fortpflanzungsstörungen, Mastitis oder Mortellaro
- φ = Populationsmittel
- Lakt_i = fixer Effekt der Laktationsnummer
- HJS_i = zufälliger Effekt für Herde-Jahr-Saison der Kalbung
- α, β = Random-Regression-Koeffizienten für den additiv-genetischen Effekt (α) und permanenten Umwelteffekt (β) der Kuh k für die Laktationswoche
- z = Kovariablen zur Beschreibung des Laktationskurvenverlaufs (Legendre Polynome 3. Ordnung)

Inzidenzen auf Wochenbasis sind sehr gering (Tabelle 11) und liegen für die ausgewählten Merkmale Fortpflanzungsstörungen, Mastitis und Mortellaro zwischen 0,2 und 1,1%. Die Bedingung, dass nur Zeiträume einbezogen wurden, in denen 90% der Diagnosen gemeldet wurden, führte zu individuellen Laktationsperioden von 26, 35 und 39 Laktationswochen für die jeweiligen Merkmale. Den Kurven in Abbildung 18 ist zu entnehmen, dass Heritabilitäten im Laktationsverlauf bei Weidebetrieben etwas höher sind, als in den Betrieben ohne Weidegang und als die in der Literatur verfügbaren Schätzwerte auf Laktationsbasis (z.B. Mastitis: $h^2=0,15-0,38$ vs. $h^2=0,05$ bei Rehbein et al., 2013; $h^2=0,06$ bei Gernand et al., 2012; $h^2=0,07$ bei Heringstad et al., 2009). Genetische Korrelationen sind sehr gering, bei Mortellaro sogar leicht negativ in der Mitte der Laktation (Laktationswoche 16-29).

Hinweise auf Genotyp-Umwelt-Interaktionen im Bereich der Gesundheitsmerkmale aufgrund unterschiedlicher Dokumentation und Definition der Merkmale in verschiedenen Produktionssystemen, oder verursacht durch unterschiedlich starke Einwirkung der Fütterung und des Managements auf Stoffwechsel- und Krankheitsgeschehen, verlangen nach einem alternativen Gesamtzuchtwert, der speziell auf die Bedürfnisse von Weidebetrieben zugeschnitten ist und der wiederum die Motivation zur sorgfältigen Dokumentation aller Befunde und Behandlungen steigern wird.

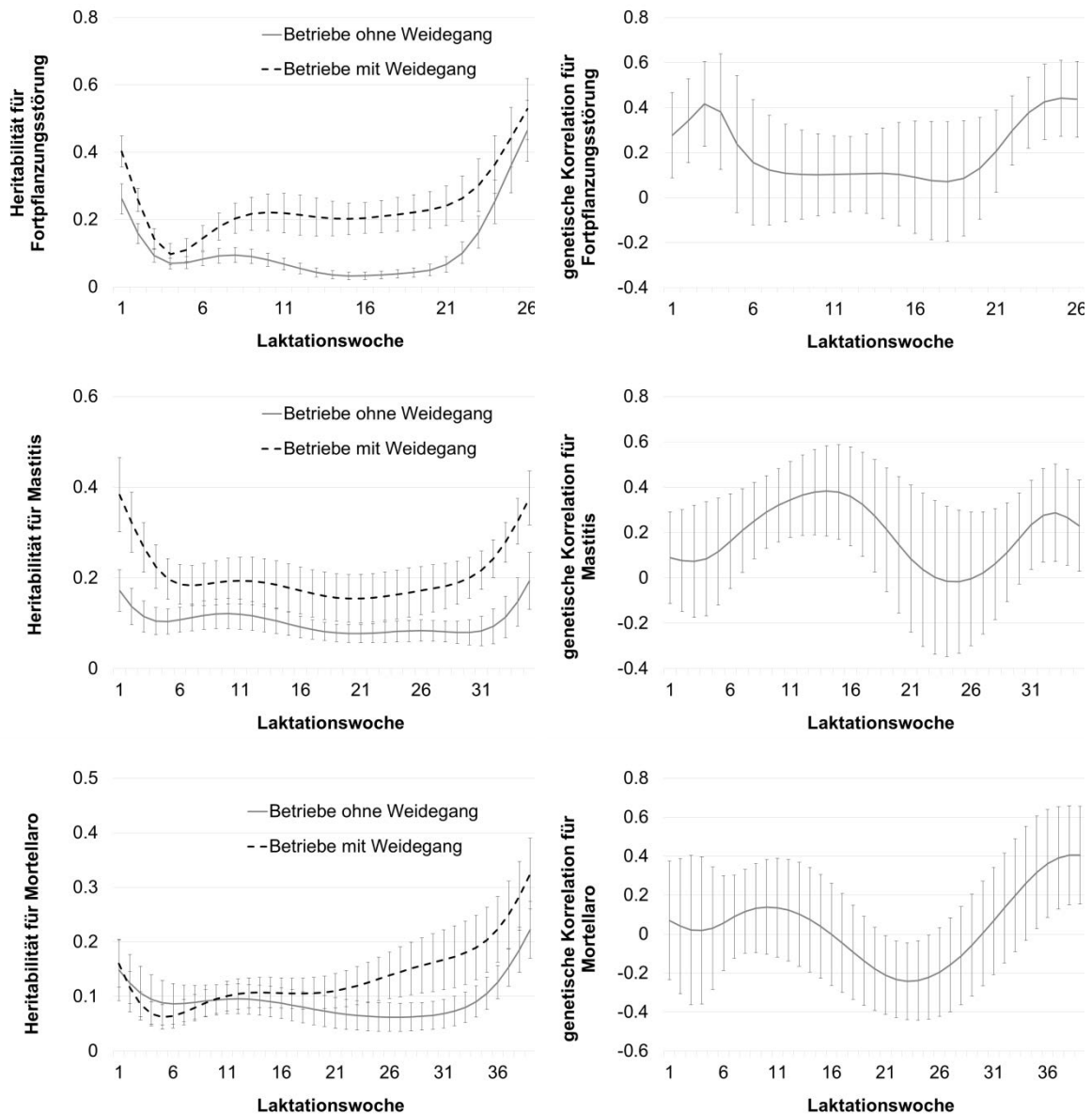


Abbildung 18: Schätzwerte mit Standardfehlern für Heritabilitäten (h^2) von Fortpflanzungsstörungen, Mastitis und Mortellaro, getrennt nach Stallhaltungs- und Weidebetrieben, und genetische Korrelationen (r_g)

3.6 Zuchtplanungsrechnungen

3.6.1 Genetische Parameter mit Relevanz für die Indexkalkulation

Genetisch-statistische Modelle wurden von vorangegangenen Parameterschätzungen und Varianzanalysen übernommen (Modelle 6 und 7) und für die verschiedenen Merkmalskombinationen in bivariaten Rechenläufen verwendet. Tabelle 12 zeigt die genetischen Korrelationen sowie die univariat geschätzten Heritabilitäten. Phänotypische Korrelationen wurden mittels SAS-Prozedur CORR (SAS Institute; Cary, NC, USA) berechnet.

Tabelle 12: Heritabilitäten (auf der Diagonale, mit Standardfehlern in Klammern), genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen, mit Standardfehlern in Klammern) und phänotypische Korrelationen (unterhalb der Diagonalen, mit p-Wert in Klammern)

	BCS	EBE	E%	FEQ	F%	Hsum	LOC	Mkg	SCS	Spr
BCS	0,336 (0,044)	0,250 (0,227)	0,519 (0,145)	0,042 (0,167)	0,233 (0,138)	-0,275 (0,154)	-0,509 (0,159)	-0,336 (0,190)	0,090 (0,221)	-0,171 (0,194)
EBE	0,041 (0,032)	0,058 (0,048)	0,290 (0,280)	-0,295 (0,326)	-0,121 (0,254)	-0,087 (0,329)	-0,011 (0,352)	-0,742 (0,387)	-0,059 (0,412)	-0,065 (0,418)
E%	0,204 (0,000)	-0,003 (0,897)	0,268 (0,061)	0,386 (0,232)	0,796 (0,099)	-0,387 (0,219)	-0,346 (0,213)	-0,601 (0,162)	-0,092 (0,253)	-0,196 (0,259)
FEQ	-0,021 (0,375)	0,008 (0,724)	-0,106 (0,000)	0,167 (0,055)	0,865 (0,064)	-0,066 (0,205)	0,071 (0,243)	-0,750 (0,228)	-0,158 (0,301)	-0,144 (0,286)
F%	0,111 (0,000)	0,003 (0,886)	0,576 (0,000)	0,746 (0,000)	0,294 (0,061)	-0,129 (0,186)	-0,120 (0,201)	-0,764 (0,163)	-0,180 (0,236)	-0,234 (0,232)
Hsum	-0,135 (0,000)	-0,052 (0,007)	-0,137 (0,000)	0,071 (0,002)	-0,024 (0,296)	0,162 (0,040)	-0,196* (0,322)	0,213 (0,229)	-0,203 (0,289)	0,418 (0,263)
LOC	-0,175 (0,000)	-0,023 (0,174)	0,010 (0,604)	-0,050 (0,011)	-0,032 (0,102)	0,067 (0,000)	0,112 (0,045)	-0,455* (0,318)	-0,242 (0,365)	0,256 (0,297)
Mkg	-0,142 (0,000)	0,017 (0,449)	-0,513 (0,000)	-0,098 (0,000)	-0,418 (0,000)	0,122 (0,000)	0,055 (0,006)	0,142 (0,047)	0,186 (0,292)	0,032* (0,274)
SCS	-0,019 (0,264)	0,004 (0,830)	0,266 (0,000)	0,007 (0,733)	0,180 (0,000)	-0,023 (0,190)	-0,093 (0,000)	-0,257 (0,000)	0,084 (0,048)	-0,240 (0,381)
Spr	-0,035 (0,043)	-0,016 (0,325)	0,055 (0,005)	-0,051 (0,010)	-0,003 (0,884)	0,021 (0,223)	0,170 (0,000)	-0,079 (0,000)	0,008 (0,575)	0,071 (0,040)

*lineare Modelle wurden verwendet, nachdem Schwellenwertmodell nicht konvergiert hat

3.6.2 Genetische Parameter mit begrenzter Relevanz für die Indexkalkulation

Zur Schätzung von Heritabilitäten von Parasitendaten mit DMU (Madsen und Jensen, 2000) wurde das Modell (4) zur Berechnung von LSQ-Mittelwerten für Genotyp, Laktationsnummer und Laktationsstadium um den permanenten Umwelteffekt ergänzt. Gleichzeitig blieb, da es sich bei den verschiedenen Genotypen um verwandte Selektionslinien handelt, der Genotypeneinfluss hier unberücksichtigt:

$$y_{ijklmn} = \mu + BT_i + LS_j + LN_k + sp_l + k_m + pu_l + e_{ijklmn} \quad (9)$$

- y_{ijklmn} = Beobachtungen für MDS
- BT_i = fixer Effekt für Betrieb (1-17)
- LS_j = fixer Effekt für das Laktationsstadium (nach Huth, 1995)
- LN_k = fixer Effekt der Laktationsnummer (1, 2, 3, 4, ≥ 5)
- sp_l = fixer Effekt der Kotentnahmeperiode (1, 2)
- k_m = zufälliger Tierereffekt
- pu_n = zufälliger permanenter Umwelteffekt
- e_{ijklmn} = zufälliger Restfehler

Verschiedene Transformationen (einige Log- und 0/1-Transformationen) der Parasitenzähl-
daten wurden im Vorfeld in Varianzkomponentenschätzungen getestet, dabei kam es hier
und da zu Konvergenzproblemen. In Tabelle 13 sind den Schätzwerten an Originaldaten

die Schätzwerte der log100-transformierten Werte gegenübergestellt und es zeigen sich nur geringe Unterschiede. Zur Untersuchung von Beziehungen zu Produktions- und Fruchtbarkeitsdaten wurde daher auf die Originaldaten zurückgegriffen.

Tabelle 13: Heritabilitäten (h^2) für die verschiedenen Endoparasitenspecies und genetische Korrelationen (r_g), mit Standardfehlern ($\pm SE$)

	Originaldaten		log-transformierte Daten	
	$h^2 \pm SE$	$r_g \pm SE$	$h^2 \pm SE$	$r_g \pm SE$
Großer Leberegel, <i>Fasciola hepatica</i> (<i>Fh</i> , $n=1995$)	0,33 \pm 0,06	0,05 \pm 0,29	0,37 \pm 0,06	0,03 \pm 0,27
Lungenwurm, <i>Dictyocaulus viviparus</i> (<i>Dv</i> , $n=1977$)	0,05 \pm 0,04	-0,06 \pm 0,30	0,05 \pm 0,04	-0,05 \pm 0,32
Magen-Darm- Strongyliden (<i>MDS</i> , $n=1986$)	0,05 \pm 0,04	0,99 \pm 0,66	0,04 \pm 0,04	0,97 \pm 0,69

Im Gegensatz zu den niedrigen Erblichkeiten ($<0,1$) bei Lungenwurm- und MDS-Resistenz ist die Resistenz gegenüber Großen Leberegeln moderat heritabel (0,33) und würde sich somit zur Einbeziehung in Weidezuchtprogramme eignen. Coppieters et al. (2009) hatten bei niederländischen HF-Kühen Heritabilitäten für MDS-Eiausscheidung im Bereich 0,07-0,21 geschätzt, für die anderen Endoparasiten gibt es bisher kaum genetische Studien bei Milchkühen. Zwischen Leberegelresistenz und ausgewählten Merkmalen aus Abschnitt 3.6.1 wurden daher in bivariaten Rechenläufen mit dem entsprechenden Modell (5) zusammen mit dem Parasitenmodell (7) genetische Korrelationen geschätzt (Tabelle 14). Phänotypische Pearson-Korrelationen wurden mit der CORR-Prozedur in SAS 9.4 (SAS Institute; Cary, NC, USA) berechnet; dafür standen nur 398 Kühe mit Beobachtungen in beiden Merkmalen zur Verfügung, was die Abweichungen zu den genetischen Korrelationen erklärt. Genetische Korrelationen $>0,1$ wurden bei FEQ, Hsum und LOC gefunden. Kühe, deren Verhalten zu vermehrter Verschmutzung führt, haben auch ein erhöhtes Ansteckungsrisiko bzw. eine verminderte Resistenz gegenüber Leberegeln ($r_g=0,241$). Nicht ganz so deutlich verhält es sich mit Kühen, die anfälliger für Lahmheiten sind und höhere FEQ-Werte in der Milch aufweisen ($r_g=0,124$ bzw. $0,146$). Bei letzterem Merkmal ist es durch die Verknüpfung des Parasitenbefundes mit dem nächstgelegenen Testtag (davor oder danach) schwierig, eine mögliche Beeinträchtigung der Leistung zu erfassen. Unterscheidet man hingegen in unterschiedlichen bivariaten Rechenläufen zwischen vorherigem und auf den Befund folgenden Testtag, erhält man z.B. bei Mkg Korrelationen von $r_g=0,094$ und $r_g=-0,096$ (vgl. $r_g=-0,037$ in Tabelle 14). Für die Indexkalkulation wurde jedoch eine einheitliche Vorgehensweise angestrebt und daher die Methodik verwendet, mit der die anderen auf Betriebsbesuchen erhobenen Merkmale verknüpft worden sind.

Tabelle 14: Genetische (mit Standardfehler, SE) und phänotypische Korrelationen (mit p-Wert) zwischen Leberegelresistenz und ausgewählten Indexmerkmalen

	BCS	EBE*	FEQ	Hsum	LOC*	Mkg	SCS
Genetische Korrelation (SE)	-0,038 (0,181)	-0,082 (0,074)	0,146 (0,169)	0,241 (0,219)	0,124 (0,277)	-0,037 (0,263)	-0,068 (0,253)
Phänotypische Korrelation (p-Wert)	0,026 (0,604)	-0,090 (0,005)	-0,020 (0,476)	0,124 (0,013)	-0,083 (0,105)	-0,069 (0,016)	0,059 (0,038)

*lineare Modelle wurden aufgrund von Konvergenzproblemen mit Schwellenwertmodellen verwendet

Zu Produktionsmerkmalen, die in Form von Testtagsdaten vorliegen, wurden darüber hinaus genetische Korrelationen in Abhängigkeit des Laktationstages geschätzt. Für die Parasitendaten wurde auf Modell (9) zurückgegriffen und für Testtagsmerkmale folgendes Random-Regression-Modell (10) aufgestellt:

$$y_{ijklmn} = \mu + \text{HTD}_i + \text{LN}_j + \text{KS}_k + \text{TL}_l + \sum_{n=1}^2 \alpha_{mn} z_n + \sum_{n=1}^2 \beta_{mn} z_n + e_{ijklmn} \quad (10)$$

y_{ijklmn} = Beobachtungen für Milch-kg, SCS und FEQ

HTD_i = fixer Effekt für Herdentesttag

LN_j = fixer Effekt der Laktationsnummer (1, 2, 3, 4, ≥ 5)

KS_k = fixer Effekt der Kalbesaison (vier Quartale/2013-15)

TL_l = fixer Effekt für den zeitlichen Abstand zwischen jedem Testtags- und Beprobungsdatum (eingeteilt in 100-Tage-Intervalle)

α, β = Random-Regression-Koeffizienten für den additiv-genetischen Effekt (α) und permanenten Umwelteffekt (β) der Kuh m für den Laktationstag

Z = Kovariablen zur Beschreibung des Laktationskurvenverlaufs (Legendre Polynome 2. Ordnung)

e_{ijklmn} = zufälliger Restfehler

Wie zuvor angedeutet unterliegen genetische Parameter gewissen Schwankungen, wenn verschiedene Zeitpunkte betrachtet werden. Trotzdem finden sich die Schätzwerte für Milch-kg, SCS und FEQ aus Tabelle 14 auch in den Schätzwerten pro Laktationstag (Abbildung 19) wieder. So befindet sich die Milch-kg-Kurve etwa 2/3 der Laktation im negativen Bereich und steigt danach über 0, was zu der leicht negativen Korrelation ($r_g = -0,037$) aus dem einfachen Tiermodell führt. Das interessante dieser Studie war, dass die Zucht auf Erhöhung der Milchleistung zu Laktationsbeginn die genetische Anfälligkeit für Endoparasiteninfektionen (Lungenwurm, MDS und Großer Leberegel) verringerte. Dies steht im Gegensatz zu den meisten früheren, auf phänotypischer Ebene durchgeführten Studien (Barger, 1993, Perri et al., 2011, Sordillo et al., 2009). Dort beeinträchtigen Energiedefizite im Zusammenhang mit metabolischen Erkrankungen während der Früh-laktation das Immunsystem, so dass hochleistende Kühe anfälliger für MDS-Infektionen waren. Die genetische Korrelation nahe Null zwischen Milch-kg und dem Merkmal Leberegelresistenz zeigt zudem, dass die Zucht und Selektion auf niedrige Eiausscheidungsraten die Krankheitsresistenz verbessert, ohne die Produktivität in den Herden zu reduzieren. Die Schätzwerte für FEQ sind durchweg im positiven Bereich. Ein hoher FEQ früh in der Laktation, vor allem bedingt durch hohe Fett-%, zeigt Energiemangel und metabolischen Stress (Buttchereit et

al., 2011) und begünstigt eine Anfälligkeit für Parasitenbefall. Für SCS sind sinkende Korrelationen mit zunehmendem Laktationstag zu verzeichnen (vgl. $r_g=0,146$ bzw. $r_g=-0,068$). Wir vermuten, dass eine Zunahme der somatischen Zellen in der Milch auf die Wirtsimmunantwort zurückzuführen ist. Diese Hypothese basiert auf Befunden von Molina-Hernández et al. (2015), die feststellt, dass eine Infektion mit dem Großen Leberegel die Einleitung einer Immunantwort unterdrückt, was wiederum zu einem niedrigeren SCS führt.

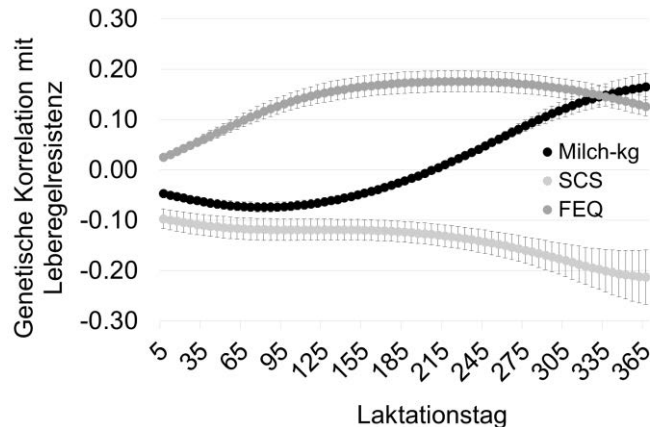


Abbildung 19: Genetische Korrelationen zwischen Leberegelresistenz und Testtagsmerkmalen (Milch-kg, SCS und FEQ) in Abhängigkeit des Laktationstags

3.6.3 Indexkalkulation

Zur Ableitung eines ökonomischen Gesamtzuchtwertes für Weidebetriebe sollen zunächst grobe Kalkulationen erreichbarer Zuchtfortschritte auf Basis von genetischen und phänotypischen (Ko-) Varianzen durchgeführt werden. Dazu wurde ein R-Skript (SIG.R, Pimentel et al., 2012) verwendet, das verschiedene Informationsquellen gemäß der Selektionsindextheorie (Hazel, 1943) benutzt. Alle Indexmerkmale wurden auch als Merkmale im Zuchtziel definiert mit variierenden ökonomischen Gewichten pro genetischer Standardabweichung und Selektionsintensität $i=1$. Neben den in Tabelle 12 und Tabelle 14 dargestellten genetischen und phänotypischen Korrelationen sind außerdem phänotypische Varianzen nötig. Diese sind für die hierfür ausgewählten Merkmale in Tabelle 15 aufgeführt.

Tabelle 15: Beschreibung und phänotypische Varianzen für Index- und Zuchtzielmerkmale

Merkmal	Abk.	Quelle bzw. Erfassung	σ_p^2
Körperkondition	BCS	Score (1-5 in 0,25er-Schritten)	0,18
Erstbesamungserfolg	EBE	Besamungsmeldungen (0/1-Codierung)	0,25
Stoffwechselstabilität	FEQ	Testtagsdaten, FEQ=Fett% / Eiweiß%	0,03
Gesamtverschmutzung	Hsum	Hygiene-Score (0-5 in 1er-Schritten)	11,02
Lahmheit	LOC	Locomotion-Score (1-5 in 1er-Schritten)	0,23
Milchmenge	Mkg	Testtagsdaten	50,54
Eutergesundheit	SCS	- " -, SCS=(log2(Zellzahl/100000))+3)	3,13
Leberegelresistenz	FP	Kotentnahme, Labor: Eizahlbestimmung	16,80

Um Auswirkungen auf den Zuchtfortschritt zu untersuchen, wurden verschiedene Szenarios definiert und für die Gewichtung der jeweiligen Merkmale mögliche Faktoren SD_w bestimmt. Ganz klassische Merkmale bilden den Ausgangsindex SI 1, der schrittweise um weitere Merkmale ergänzt wurde (SI 2-4):

$$SI\ 1 = EBE + Mkg + SCS$$

$$SI\ 2 = EBE + LOC + Mkg + SCS$$

$$SI\ 3 = BCS + EBE + FEQ + Hsum + LOC + Mkg + SCS$$

$$SI\ 4 = BCS + EBE + FEQ + Hsum + LOC + Mkg + SCS + FP$$

Nach Verwendung der voreingestellten identischen Gewichtungsfaktoren (alle $SD_w=1$) fällt auf, dass im Vgl. zu Selektionsindex SI 1 bei Einbeziehung von LOC (SI 2) Genauigkeit und Gesamtzuchtfortschritt absinken und nur der Selektionserfolg bei Mkg in die gewünschte Richtung zeigt (

Tabelle 16). SI 3, der um weitere drei Merkmale erweitert wurde, büßt weiter etwas an Zuchtfortschritt ein, dafür sind - bis auf Mkg und SCS - keine hohen, aber erwünschte Selektionserfolge der einzelnen Merkmale zu verzeichnen. Im SI 4 ist als zusätzliches Merkmal noch FP (Leberegelresistenz) einbezogen, das allerdings eindeutig negativ gewichtet werden muss. Neben FP wurde so für jedes Merkmal in SI 4 ein ökonomisches Gewicht angenommen, das insgesamt gesehen bei allen Merkmalen zu einem Selektionserfolg führt. SCS sollte noch mehr gegen 0 tendieren, aber fraglich ist, ob mit einer Zucht auf weitere Reduzierung des Zellgehaltes nicht die körpereigene Immunabwehr nachhaltig gestört wird.

Tabelle 16: Genauigkeit (RIH), Gesamtzuchtfortschritt pro Generation (ΔG) und Selektionserfolg (S) für jedes Merkmal bei gleichen ökonomischen Gewichten für jedes Merkmal (grau) und optimierten ökonomischen Gewichten SD_w (schwarz)

	SI 1		SI 2		SI 3		SI 4		
R_{IH}	0,315	0,221	0,279	0,313	0,508	0,526	0,557	0,587	SD_w
ΔG	0,420	0,558	0,395	0,492	0,358	1,224	0,802	1,604	
S	BCS				0,092	0,090	0,029	0,077	1
	EBE	-0,020	-0,021	-0,015	0,014	0,029	0,017	0,007	2
	FEQ					0,001	-0,016	0,009	1
	HSum					0,001	0,112	0,148	-1
	LOC			0,018	0,048	-0,030	-0,053	0,005	-2
	Mkg	0,734	0,542	0,484	-0,512	-0,479	0,215	-0,357	3
	SCS	0,162	-0,075	0,115	-0,137	0,047	0,007	-0,014	-2
	FP							1,240	-1

Der Vollständigkeit halber sind dieselben Gewichte bei den anderen drei Selektionsindices angewandt worden und es zeigt sich z.B. bei SI 2, dass es möglicherweise bedingt durch das starke Gewicht auf SCS und/oder EBE bei LOC und Mkg zu Selektionsverlusten kommt. Pimentel und König (2012) hatten einen Selektionsindex mit Schlachtqualitätsmerkmalen bei Schweinen kalkuliert und durch Verdopplung des ökonomischen Gewichts eines einzelnen Merkmals im Index eine Steigerung des Gesamtfortschritts um 15% erzielt (44% Steigerung bei Verdreifachung). Entsprechend summiert sich der Gesamtfortschritt, wenn mehrere Merkmale im SI 4 ein doppeltes und dreifaches Gewicht bekommen, um 100%.

Dass Mkg ein höheres Gewicht bekommt, soll die Tatsache widerspiegeln, dass die Verbesserung einiger funktionaler Merkmale zwar mittelfristig zu einer höheren Effizienz beiträgt, aber das Einkommen unmittelbar aus der Leistung generiert wird. Das Arbeitspaket Gesamtzuchtwert Weide (Kapitel 5) befasst sich mit der Ableitung von Wirtschaftlichkeitskoeffizienten mittels eines bioökonomischen Programmpakets, wo deutlich wird, dass unter Einbeziehung gegenwärtiger Einnahmen, Kosten, Betriebskennzahlen und genetischen Parametern immer der Milchleistung das höchste Gewicht zuerkannt werden wird.

3.7 Anpaarungsmanagement

Für die partizipierenden Betriebe wurden zur Planung der Spermialieferungen Selektionslisten erstellt. Dabei flossen auf den Internetseiten der jeweiligen Zuchtverbände verfügbare Informationen zu den wichtigsten Zuchtwerten ein sowie Empfehlungen, welche Anpaarungen aufgrund zu enger Verwandtschaft zu vermeiden sind.

Tabelle 17: Pedigree der NZ-Bullen im aktuellen Angebot (November 2016)

Bulle	Vater	Muttervater
ASHDALE FM KELSBELLS S1F	FAIRMONT MINT-EDITION	SRB COLLINS ROYAL HUGO
ARKAN FM BUSTER-ET S2F	FAIRMONT MINT-EDITION	SRC HIBI SECRET SKELTON
BAGWORTH PF GRANDEUR S1F	PUKETIRO FROSTMAN S1F	REILLYS MIGHT S1F
BELLS CM CONRAD S2J	CRESCENT AMC MARVEL	WILLIAMS MINSTREL
CARSONS MECCA PULSE S1F	O'NEILLS ELSTO MECCA S1F	MACFARLANES DAUNTLESS
CASTLEGRACE MAKO	SHALLOCHS SENSATION	INGRAMS RAMROD
DRYSDALES SOVEREIGN	PRIESTS SOLARIS-ET	SCOTTS NORTHSEA
EVLEEN INTEGRITY LARSON	OKURA LT INTEGRITY	RAYNHAM OZARK S3J
IL VERO AMORE POWER	NEVRON SHOWMAN	SCOTTS NORTHSEA
JERSEYDALE NO2WAYS	HOWIES CHECKPOINT	WILLIAMS MINSTREL
KAIMORE HERO EARNIE S2F	MORROWS SUPER HERO-ET S2F	SRC GLENMEAD RUSH-ET
KINGSDOWN MH JUBILANT S2F	MORROWS SUPER HERO-ET S2F	MACFARLANES DAUNTLESS
LYNBROOK GG QUICKSILVER	GLENHAVEN TGM GENIUS S3J	NOAKES NEVVY S3J
MAIRE MINT FIRE-UP	FAIRMONT MINT-EDITION	O-BEE MANFRED JUSTICE-ET
MOORBYS FM GRANITE S2F	FAIRMONT MINT-EDITION	LAKESIDE S D MEADOWS
RIVERHEIGHTS GB ROGUE S3F	GREENWELLS HF BONZA S3F	VALDEN HI APPLAUSE-ET S2F
SHELBSYS HC LARRY S3J	HARRGATES TM CHAMPION S2J	OKURA MANHATTEN ET S3J
ST PETERS OBSIDIAN	PRIESTS SOLARIS-ET	SCOTTS NORTHSEA
UPLAND PARK HTA MALI S3J	HAYWARDS TGM AIM S3J	MITCHELLS LIKABULL S3J
W Aidugkans HR CLAY S3F	HAZAEEL VA RAZZLER-ET S2F	TELESIS EUON FIRENZE

In Tabelle 17 und Tabelle 18 sind am Beispiel der Neuseeländer Bullen die aktuellen Abstammungen mit farblicher Kennzeichnung von Überschneidungen zu bisher eingesetzten Bullen dargestellt. So soll den Landwirten die Auswahl nicht zu eng verwandter Bullen erleichtert werden. Inzuchtkoeffizienten wurden auf Nachfrage auch für einzelne Bullen separat berechnet, damit eigene Deckbullen mit NZ-Blutanteil und minimaler Verwandtschaft zur Kuhpopulation nachgezogen werden konnten.

Tabelle 18: Bisher eingesetzte näher verwandte NZ-Bullen

Bulle	Vater	Muttervater
ASHDALE FM KELSBELLS S1F	FAIRMONT MINT-EDITION	SRB COLLINS ROYAL HUGO
BURWELLS ANCHORMAN	SCOTTS NORTHSEA	GLENARIFF ADS PANACHE ET
BUSY BROOK ROBUST-ET S3F	FAIRMONT MINT-EDITION	DELTA NLD GERRIS-ET
DRYSDALES SOVEREIGN	PRIESTS SOLARIS-ET	SCOTTS NORTHSEA
FABISH MD VISIONARY	MACFARLANES DAUNTLESS	SRB COLLINS ROYAL HUGO
FARSIDE FM ACCOMPLICE S3F	FAIRMONT MINT-EDITION	VALDEN HI APPLAUSE-ET S2F
FARSIDE M ILLUSTRIOUS S3F	FAIRMONT MINT-EDITION	VALDEN HI APPLAUSE-ET S2F
GOINGS MECCA PRIDE S1F	O'NEILLS ELSTO MECCA S1F	VALDEN HI APPLAUSE-ET S2F
GREENMILE OM HAWK ET S3J	OKURA MANHATTEN ET SJ3	GLOAMING SS FOREVER GR
HOWIES EASYSIDER	INGRAMS RAMROD	MUDFORDS LEGENDAIRE
IL VERO AMORE POWER	NEVRON SHOWMAN	SCOTTS NORTHSEA
KAIMORE HERO EARNIE S2F	MORROWS SUPER HERO-ET S2F	SRC GLENMEAD RUSH-ET
MOODYS EXECUTIVE	PUHIPUHI CAPS GOLDIE S3J	MACFARLANES DAUNTLESS
OKURA LT INTEGRITY	LYNBROOK TERRIFIC ET S3J	MITCHELLS LIKABULL SJ3
PRIESTS SIERRA	FAIRMONT MINT-EDITION	INGRAMS RAMROD
PRIESTS SOLARIS-ET	INGRAMS RAMROD	AMADEUS JC12
PUKETAWA MINS SUPERNOVA	WILLIAMS MINSTREL	OKURA MANHATTEN ET SJ3
SHELBYS HC LARRY S3J	HARRGATES TM CHAMPION S2J	OKURA MANHATTEN ET SJ3
SIR BLAYMIRE NORMAN S1F	REILLYS MIGHT S1F	MACFARLANES DAUNTLESS
SOUTH LAND JERICHO ET S3J	TAHAU HANK S3J	OKURA MANHATTEN ET SJ3
TIRONUI OM JOSKIN	OKURA MANHATTEN ET SJ3	MOFFITTS KOOKABURRA
VAN DEN BROEKS MD VIP	MACFARLANES DAUNTLESS	O'BYRNES EAMONN
WAIWARE JETSTREAM	MACFARLANES DAUNTLESS	WILLAND ADS SAMUAL
WILLIAMS MANS CATALDO ET	OKURA MANHATTEN ET SJ3	ROYALS GREEN ELMO

Tabelle 19 enthält die zusammengestellten Zuchtwerte, wie sie die Landwirte teilweise aus Bullenkatalogen kennen, aber auch Vererbungsleistungen wie der neuseeländische Gesamtzuchtwert und Größe als grober Richtwert für Grundfuttereffizienz, die darüber hinaus für Weidehaltungsbetriebe in Deutschland von Interesse sind.

Tabelle 19: Bestellliste NZ-Bullen, November 2016

	Bullenname	NZ Code	Bull Code	Anz. NZ Tö.	NZ BW	Si %	M kg	F %	E %	Fruchtbarkeit gr. Wert gut	Zellzahl (ZZ) kl. Wert gut	Kalbeverlauf kl. Wert gut	Langleb. (Tage) gr. Wert gut	Temperament (- leicht nervös)	Melkbarkeit (- etw. langsamer)	Größe
Friesian	CARSONS MECCA PULSE S1F	11203	HO441	1772	258	97	683	4.4	3.8	6	-0.38	-0.1	411	0.12	0.28	klein
Friesian	ASHDALE FM KELSBELLS S1F	11101	HO302	88	231	85	766	4.5	3.9	4.7	-0.15	4.2	465	-0.07	-0.06	groß
Friesian	ARKAN FM BUSTER-ET S2F	11103	HO347	69	210	82	492	5.1	4	6.3	-0.03	1.6	330	-0.03	0.16	groß
Friesian	MOORBYS FM GRANITE S2F	11204	HO425	92	182	82	882	4.4	3.9	0.8	-0.33	3	268	0.19	0.16	groß
Friesian	MAIRE MINT FIRE-UP	11208	HO425	137	170	84	1392	4.3	3.8	3.2	0.21	1.4	415	0.11	0.27	groß
Friesian	RIVERHEIGHTS GB ROGUE S3F	11311	HO343	101	155	67	853	4.4	3.7	0.9	-0.19	-1.3	237	-0.33	-0.37	klein
Friesian	BAGWORTH PF GRANDEUR S1F	11000	HO165	76	142	84	745	4.7	3.7	2.7	-0.35	-1.4	386	-0.23	-0.04	groß
Friesian	WAIIDUGKANS HR CLAY S3F	11203	HO278	4268	133	98	750	4.4	3.8	1.2	-0.39	-0.2	213	0.18	0.12	groß
Friesian	KINGSDOWN MH JUBILANT S2F	11105	HO236	965	124	96	899	4.2	3.7	-0.4	-0.15	1.3	266	-0.07	0.14	klein
Friesian	KAIMORE HERO EARNIE S2F	11204	HO275	1893	120	97	506	4.5	3.8	4.5	-0.14	1.5	294	0.03	-0.16	mit-
Jersey	BELLS CM CONRAD S2J	31205	J2465	95	192	82	-134	5.4	4.1	6.9	-0.01	-2.3	324	-0.05	-0.11	klein
Jersey	LYNBROOK GG QUICKSILVER	31205	J2466	782	168	95	-1015	6.6	4.7	7	-0.01	-1.8	209	-0.09	0.28	klein
Jersey	SHELBY HC LARRY S3J	31200	J2356	986	167	96	-220	5.4	4	4.2	-0.17	-2.4	198	0.16	0.01	klein
Jersey	EVLEEN INTEGRITY LARSON	31304	J2401	440	142	75	-71	5.2	4.1	-0.2	-0.15	-3	234	0.15	0.04	klein
Jersey	UPLAND PARK HTA MALI S3J	31004	J2381	1484	132	98	-412	5.3	4.1	2.4	-0.32	-1	184	0.05	0.12	klein
Cross	DRYSDALES SOVEREIGN	51105	CB0069	94	186	85	142	5	4	0.9	-0.67	-3.3	379	-0.02	0.08	klein
Cross	JERSEYDALE NO2WAYS	51306	CB0060	78	182	64	-78	5.3	4	2	0.06	-4.6	269	0.08	-0.13	klein
Cross	CASTLEGRACE MAKO	51100	CB0055	95	175	85	-281	5.3	4.3	5.6	-0.02	-2.8	294	0.22	0.07	klein
Cross	ST PETERS OBSIDIAN	51001	CB0030	1272	167	99	105	5	3.9	6.6	-0.47	-1	244	-0.05	-0.17	klein
Cross	IL VERO AMORE POWER	51104	CB0053	6031	136	99	204	4.8	4	3.7	0.08	0	209	-0.04	0.27	klein

Liste ist innerhalb der Rassen nach Gesamtzuchtwert BW sortiert, Rangierung der Teilzuchtwerte ist rasseübergreifend farblich hervorgehoben:

Unteres Drittel	Mittleres Drittel	Oberes Drittel
-----------------	-------------------	----------------

3.8 Genomweite Assoziationsstudie zur Parasitenresistenz

3.8.1 Auswahl der Tiere

Ausgangspunkt sind phänotypische Erhebungen zum Befall mit Magen-Darm-Strongyliden (MDS), dem Großen Leberegel (Fp) und Lungenwürmern (Dv) bei DSN-Rindern von Betrieben mit Weidehaltung. Aufbauend auf den quantitativ-genetischen Analysen dieser Datenbasis (Abschnitt 3.6.2) sollen zusätzlich potentielle genomische Varianten, die mit einer Parasitenresistenz oder -toleranz assoziiert sind, identifiziert werden. Hierfür wurden aus dem Gesamtdatenbestand (Beschreibung siehe 3.4.2) 148 DSN-Kühe von drei Betrieben unter Berücksichtigung folgender Kriterien ausgewählt:

1. Inzidenz auf Betriebsniveau
2. Individueller Befund:
 - ~50% befallene Tiere → Cases (mit möglichst hohen Ei-/Larvenzahlen)
 - ~50% nicht befallene Tiere → Controls
3. Verwandtschaft

Maßgeblich für die Einteilung nach individuellem Befund waren die Phänotypen für MDS, da diese Parasitenkategorie die höchsten Inzidenzen gezeigt hat. Die Befunde für Fp und Dv waren nicht maßgeblich für die Auswahl der Tiere, können aber im weiteren Verlauf nichtsdestotrotz für die Bildung individueller Case-Control-Designs auf der Basis der genotypisierten Tiere für die jeweilige Parasitenkategorie genutzt werden.

Tabelle 20: Merkmalsdefinition sowie das entsprechende Case-Control-Verhältnis

Merkmalsdefinition	Cases	Controls
Übergreifend (MDS + Fp + Dv)	85	59
MDS	62	82
Fp	30	114
Dv	10	134

Dem in Tabelle 20 dargestellten Case-Control-Design liegt eine binäre Merkmalsdefinition zugrunde:

- 1 = positiver Befund (Case), Ei-/Larvenzahl > 0 an mindestens einem Probetermin
 0 = negativer Befund (Control), Ei-/Larvenzahl = 0 an allen Probeterminen

„Binärmerkmale“ zielen in erster Linie auf eine *Parasitenresistenz* als Zielmerkmal ab, also die Identifikation von potentiellen genomischen Varianten, welche die Tiere komplett vor einem Befall schützen können. „Kontinuierliche Befallsmerkmale“ zielen in erster Linie auf *Parasitentoleranz* als Zielmerkmal ab, also die Identifikation von potentiellen genomischen Varianten, die Tiere toleranter für einen Befall bei hohem Befallsdruck machen. Neben den kontinuierlichen Befallsmerkmalen werden in der statistischen Analyse zusätzlich weitere Kovariablen wie bspw. die Milchleistung berücksichtigt, um die Toleranz gegenüber dem Parasitenbefall zu messen.

Die Verwandtschaft (Verwandtschaftskoeffizienten) zwischen den phänotypisierten Tieren wurde über das vorliegende Pedigree ermittelt. Ziel war die Minimierung der Verwandtschaft mithilfe eines eigens programmierten iterativen Algorithmus innerhalb und zwischen den maßgeblichen Case und Control Gruppen für MDS, um Stratifikationseffekte aufgrund der Verwandtschaftsstruktur im Vorhinein möglichst zu minimieren.

3.8.2 Genotypisierung und Statistik

Die Probennahme für die Genotypisierung erfolgte im April 2016. Hierfür wurden einmalig auf den ausgewählten Betrieben entweder Blut- oder Haarproben gezogen. Die Genotypisierung erfolgte im Anschluss an die DNA-Extraktion aus den Blut- und Haarproben im Tierärztlichen Institut der Universität Göttingen mit dem Illumina BovineSNP50 Bead Chip.

Die unbearbeiteten SNP-Genotypen (Illumina FinalReport files) wurden für die weitere Verarbeitung im Rahmen der üblichen Qualitätskontrolle und Filterung zunächst im Programmpaket R zusammengeführt und in ihrer Struktur für die Einlese in das Programm PLINK vorbereitet. Der Rohdatensatz beinhaltete 54609 SNPs von 148 genotypisierten Tieren. Die Qualitätskontrolle und Filterung erfolgte dann im Anschluss in PLINK für die Qualitäts- und Filterkriterien (Tabelle 21). Signifikant (Signifikanzschwelle von $5e-006$) vom Hardy-Weinberg-Equilibrium (HWE) abweichende SNPs wurden ebenfalls von den Analysen ausgeschlossen.

Tabelle 21: Qualitäts- und Filterkriterien sowie die Ergebnisse der Filterung

Rohdaten		54609 SNPs	148 Individuen
Filterkriterium	Schwellenwert	gefilterte SNPs	ausgeschlossene Individuen
Minor Allelfrequenz	> 0,01	7554	
Call rate pro Individuum	> 95%		4
Call rate pro SNP	> 99%	3609	
gefilterte Daten		43446	145

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket PLINK. Ausgangspunkt sind Standard-Assoziationstests auf Basis eines allelischen Fisher's Exact Test für die zuvor beschriebenen 4 Binärmerkmalskombinationen. Das angestrebte genomweite Signifikanzniveau von 0,05 wurde mithilfe der Bonferroni-Korrektur auf multiples Testen korrigiert (i.e. $0,05 / \text{Anzahl der einbezogene SNPs}$). In den folgenden Darstellungen ist neben der korrigierten genomweiten Signifikanzschwelle (rote Linie) zusätzlich noch eine genomweite Schwelle für einen gesicherten Trend (i.e. $p = 0,10$) zur Orientierung mit eingetragen (blaue Linie). Weiterführende Analysen unter Berücksichtigung einer möglichen Stratifikation in der Stichprobe sowie die Assoziationsanalysen für die kontinuierlichen Merkmalsdefinitionen sind in Arbeit.

3.8.3 Ergebnisse der Assoziationsstudie

Übergreifend (MDS + Fp + Dv)

Für die Binärmerkmalsdefinition die alle Parasiten-Kategorien mit einschließt, konnten in der ersten Assoziationsanalyse keine signifikanten Assoziationen festgestellt werden. Es zeigen sich lediglich vereinzelt leichte Signifikanz-Peaks gleichmäßig über alle Chromosomen verteilt, aber kein SNP erreicht einen p-Wert unter dem angestrebten genomweiten Signifikanzniveau. Sowohl der QQ-Plot als auch der genomweite Inflationsfaktor lambda mit einem Wert von 1 geben keinen Hinweis auf starke Stratifikationseffekte. Aus den gezeigten Ergebnissen lässt sich in einer ersten Interpretation schließen, dass eine Binärmerkmalsdefinition unter Berücksichtigung aller Parasiten-Kategorien im Hinblick auf die unterschiedliche Pathologie und Infektionswege der drei Parasitenspezies eher ungeeignet erscheint. Ein erster Schluss könnte weiterhin sein, dass sich für die Gesamtheit der Parasiten keine assoziierten genomischen Regionen nachweisen lassen, was eine gemeinsame genomische Basis für eine allgemeine Weide-Parasitenresistenz in der Rasse DSN vorbehaltlich als unwahrscheinlich erscheinen lässt.

MDS

Für den Case-Control Vergleich auf Basis der MDS-Phänotypen ergibt sich ein etwas differenzierteres Bild. Im proximalen Bereich von Chromosom 1 ist ein recht deutlicher Peak mit einem SNP über dem genomweiten Signifikanzlevel für einen gesicherten statistischen Trend zu sehen. Eine weitere potentiell interessante Region liegt auf Chromosom 5, allerdings ohne signifikante Assoziationen. Der lambda-Wert in Verbindung mit dem QQ-Plot weist auf leichte Stratifikationseffekte hin. In der ersten Analyse zeigen sich Hinweise auf genomische Assoziationen in Verbindung zum MDS Befall die auch unter Berücksichtigung der erkennbaren Stratifikation innerhalb der Stichprobe weitere komplexere Analysen als vielversprechend erscheinen lassen.

Leberegel (Fp)

Der Manhattan-Plot (Abbildung 20) für den Case-Control Vergleich auf Basis der Leberegel-Phänotypen zeigt 3 genomweit signifikante SNP auf den Chromosomen 1, 11 und 13 und zwei weitere SNPs auf den Chromosomen 1 und 8 mit auf gesichertem Trendniveau. Gerade der Signifikanzpeak auf Chromosom 13 erscheint mit angrenzenden, wenn auch schwächer assoziierten SNPs neben der signifikanten Assoziation als interessante genomische Region.

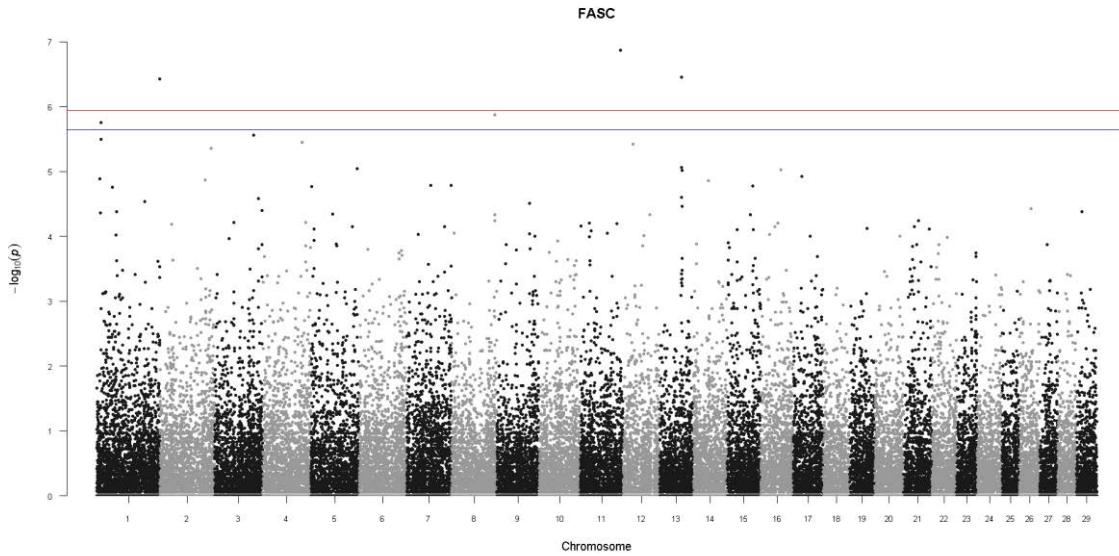
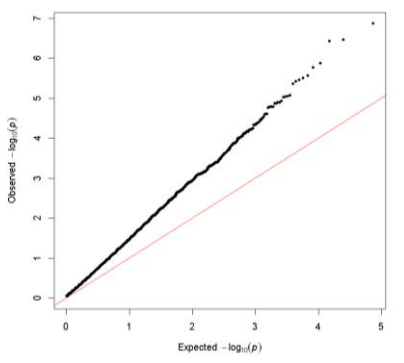


Abbildung 20: Manhattan Plot für den Case-Control Vergleich auf Basis der Leberegel-Phänotypen ($\lambda = 1,37869$; 234 SNPs wegen Abweichung vom HWE ausgeschlossen)



Allerdings sollten die ersten Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. Zum einen ist aufgrund der geringeren Inzidenz das Verhältnis von Cases zu Controls (30:114) sehr weit, und zum anderen zeigen sowohl der lambda-Wert als auch der QQ-Plot (Abbildung 21) Hinweise von Stratifikationseffekten. Nichtsdestotrotz sind auch hier weitere komplexere Analysen mit dem Ziel der Validierung und Sicherung der Ergebnisse angebracht.

Abbildung 21: Quantil-Quantil (QQ-) Plot der beobachteten gegen die erwartete Verteilung der p-Werte für die Chi-Quadrat-Teststatistik der Assoziationsanalyse

Lungenwürmer (Dv)

Ähnlich wie bereits im Rahmen der Analyse für die Leberegel-Phänotypen beschrieben ergibt sich auch für die Analyse auf Basis der Lungenwurm-Phänotypen das Problem der Ungleichmäßigkeit des Case-Control-Designs (10:134) aufgrund der geringen Inzidenz des Parasiten. Tendenziell gilt daher auch hier, dass Interpretationen mit gebotener Vorsicht vorgenommen werden sollten. Der Manhattan-Plot (nicht abgebildet) zeigt 4 signifikant assoziierte SNPs auf den Chromosomen 3, 5, 6 und 21, sowie einen SNP auf Chromosom 8 mit gesichertem Trend. Allerdings sind hier die Anzeichen für einen Stratifikationseffekt auf Basis des lambda-Wertes und des QQ-Plots nochmals verstärkt. Auch hier gilt, dass die ersten Ergebnisse als grundsätzlich erfolgsversprechend erscheinen, aber eine weitere Prüfung und Validierung der Ergebnisse unter Berücksichtigung möglicher Stratifikation und der Ungleichmäßigkeit im speziellen Stichprobendesign vonnöten ist.

Aufgrund der geringen Tierzahl in der typisierten Stichprobe sind die im Rahmen des Berichtes dargestellten Ergebnisse insbesondere im Hinblick auf die beschriebenen Stratifikationseffekte in ihrer Aussagekraft noch eingeschränkt. Die Korrektur der Stratifikationseffekte zur Gewährleistung einer hohen Analysequalität erfordert die Nutzung komplexerer statistischer Methoden die im Berichtszeitraum nicht gänzlich abgeschlossen werden konnten. Die bis dato erhaltenen Ergebnisse bestätigen die gezeigten Ergebnisse in Teilen und bieten eine gute Grundlage für die tiefergehende Analyse der genomischen Merkmalsstruktur und eine zeitnahe Publikation der Ergebnisse im Anschluss.

4 Arbeitspakete Betriebswirtschaft

Das ökonomische Potential einer weidebasierten Milchviehhaltung in Verbindung mit vielfältigen Vorzügen für Tiergesundheit, Klima und Gesellschaft ist hinlänglich bekannt. Das vorliegende Projekt legt als Basis für strukturierte Systembewertungen einen Schwerpunkt auf die Frage, welche Arten von Weide-Produktionssystemen es überhaupt gibt (AP II: Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme, Kapitel 4.1) und welche Ergebnisse diese hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit aufweisen (AP VI: ökonomische Betriebszweiganalyse, Kapitel 4.2).

4.1 Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme (AP II)

Seit einiger Zeit wird im deutschsprachigen Raum intensiv zu weidebasierter Milchviehhaltung geforscht und empirische Daten auf Praxis- und Versuchsbetrieben erhoben, darunter auch betriebswirtschaftliche Analysen. Jedoch weisen einzelne Praxisdaten eine hohe Abhängigkeit von einer Vielzahl von betriebsindividuellen Einflussfaktoren auf. Zwecks systematischer Betrachtung wird deshalb für das Projekt „Weidekuh II“ eine literaturbasierte Systemanalyse (Kapitel 4.1.1) durchgeführt, welche die relevanten komplexen Interaktionen und interdisziplinären Teilbereiche beschreibt, beurteilt und anhand ihrer Relevanz abstrahiert. Diese detaillierte Darstellung dient in AP II als Grundlage für die anschließenden Auswertungen zur Identifizierung von Weidebetriebstypen. Dafür wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Projektpartner LWKÖL (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich ökologischer Landbau, Herr Dr. Edmund Leisen) Projektbetriebe ausgewählt. Das Vorgehen bei Auswahl der Betriebe und Datenerhebung wird in Kapitel 4.1.2 dargestellt, wie auch eine deskriptive Beschreibung des umfangreichen Datenmaterials über regionale Besonderheiten und Ausstattung mit Produktionsfaktoren. Im Anschluss folgen Analysen zur Ähnlichkeitsstrukturauffindung in Form einer Faktor- und Clusteranalyse (Kapitel 4.1.3) und eine Auswertung zu Wirkungszusammenhängen zwischen Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit (Kapitel 4.1.4).

4.1.1 Literaturbasierte Systemanalyse

Aufbauend auf dem Stand des Wissens (Kapitel 2) werden zuerst übersichtsmäßig Ergebnisse aus Systemvergleichen zwischen Stall- und Weidehaltung aus dem deutschsprachigen Raum vorgestellt. Als Grundlage für die Systemanalyse folgt eine grafische Übersicht der systemaren Zusammenhänge eines Weideproduktionssystems, wie es in Neuseeland umgesetzt wird. Im Anschluss werden relevante Systemkomponenten identifiziert. Dabei wird dargestellt welche systemimmanenten Zusammenhänge im Milchkuh-Weide-System erkennbar sind und deren betriebswirtschaftliche Relevanz eingeschätzt.

Mit **Systemvergleichen** wird dargestellt, ob Weidesysteme – bei niedrigerer Leistung und Kraffuttereinsatz gegenüber intensiven Haltungssystemen – durch eine Reduzierung der Produktionskosten während des gesamten Produktionsprozesses wettbewerbsfähig sein können. In der Schweiz konnte in einer dreijährigen Untersuchung mit Aufteilung einer Herde in ein Stall- und Weidesystem mit saisonaler Abkalbung und mit vergleichbarer Flächenausstattung gezeigt werden, dass die Weidehaltung vorzüglicher ist. Erreicht wurde

dies durch leicht höhere Milcherlöse und deutlich geringere Kosten, z.B. im Bereich der Lohnunternehmerkosten für die Futterkonservierung. Auch bei darauf basierenden Simulationen bei Stallherde («Auslastung der Nutzfläche» mit Verzicht auf eigene Kraftfuttererzeugung) und Weideherde (Fütterungsänderung «Silovariante für Weideherde») bleibt der Vorteil der Weidehaltung bestehen (Gazzarin et al., 2011). Das Signifikanzniveau von $p = 0,05$ wurde hinsichtlich der Unterschiede zwischen Stall und Weide beim Einkommen (18,2 versus 29,1 €/100 kg ($p=0,082$)) und der Entlohnung des Faktors Arbeit (Arbeitseinkommen) (13,4 versus 20,7 €/h ($p=0,092$)) jedoch knapp nicht erreicht (Hofstetter et al., 2014).

In einer anderen Vergleichsstudie waren Weidesysteme nicht erfolgreicher als Stallhaltung. Das intensive Stallhaltungssystem schnitt mit Vollkosten von 34,6 Cent/kg Milch etwa einen Cent besser ab als zwei Weidesystemen (Blockabkalbung 35,4 Cent/kg, Weide 36,2 Cent/kg). Deutlich höhere Kosten verursachte die extensive Weideform (43,9 Cent/kg) (Schleyer et al., 2013).

In einer Unterscheidung zwischen konventioneller und ökologischer Milchviehhaltung im Vergleich zu den Weidesystemen Kurzrasenweide und Umtriebs- und Portionsweide, weisen im Mittel (Median) die ökologischen Betriebe in der Stundenentlohnung den höchsten Wert auf. Während die konventionelle Haltung und die Umtriebs- und Portionsweide deutlich niedriger liegen, ist das System Kurzrasenweide ökonomisch nahezu gleich gut wie die ökologische Milchviehhaltung. Es zeigen sich jedoch auch sehr große Spannen zwischen den Quartilen und den gesamten Spannweite der Betriebe (Abbildung 22) (Kiefer, 2014).

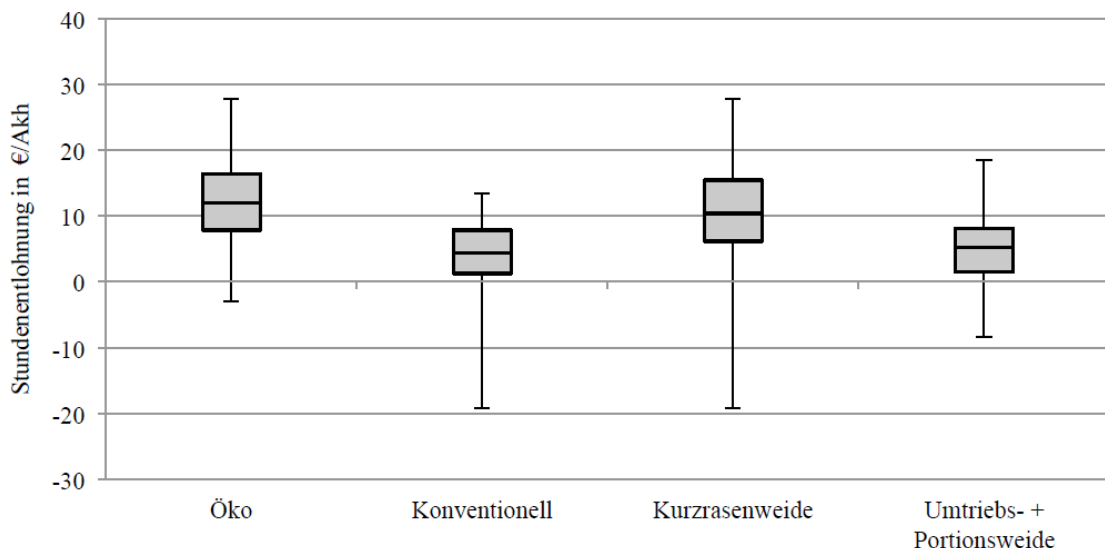


Abbildung 22: Stundenentlohnungen (€/Arbeitskraftstunde) verschiedener Milchviehhaltungssysteme (WJ 2009-11) (Kiefer, 2014)

Im Vergleich des kalkulierten Betriebszweigergebnis der untersuchten Weidebetriebe mit Zahlen aus dem Rinderreport Baden-Württemberg und Milchreport Bayern schneidet die Weide im Durchschnitt jedoch schlechter ab (-10,62 Cent/kg Milch versus 5,48 Cent/kg) als

die Betriebe der Rinderreports. Ein Vergleich des oberen Viertels (Quartils) der Vollweidebetriebe mit dem oberen Viertel der Milchreport-Betriebe, zeigt ein besseres Ergebnis bei den Vollweidebetrieben (4,36 Cent/kg versus 1,5 Cent/kg) (Kiefer et al., 2014).

Bei "Low-input" bzw. „Low-cost“ Systemen ist neben der Reduzierung des Einsatzmittel und der Kosten wahrscheinlich Kenntnisse Managementfähigkeiten und des Landwirts von hoher Bedeutung. Darüber hinaus spielt die Einstellung der Betriebsleiter eine große Rolle, d.h. eine Ausrichtung auf eine hohe Einzeltier-Milchleistung (vgl. Thomet et al., 2011) oder eine hohe Technikaffinität in Verbindung mit dem Kauf teurer Maschinen steht dem Erfolg einer funktionierenden Weidemilcherzeugung im Wege (Kiefer, 2014).

Ein modellhafter Produktionskosten-Vergleich zwischen Hochleistung und Vollweide ohne Angabe eines konkreten Wirtschaftsjahres ist in Tabelle 22 nach Brade (2012) aufgeführt. Die Hochleistungsvariante, die sich auf eine Stallhaltung bezieht, ist hier mit einer Milchleistung von 9500 kg/Kuh und Jahr angesetzt, während bei der Vollweide mit 6500 kg/Kuh und Jahr gerechnet wird.

Tabelle 22: Modellhafte Kostenaufstellung der Hochleistungs- und Vollweidestrategie (Brade, 2012, ergänzt)

Kenngröße	Hochleistung (= 9 500 kg Milch/Kuh/Jahr)			Vollweide (= 6 500 kg Milch/Kuh/Jahr)				
	Menge	Kosten/ Einheit	€/100 kg Milch	Standardmodell			Optimiertes Modell	
				Menge	Kosten/ Einheit	€/100 kg Milch	Menge	€/100 kg Milch
Weide**				23 dt	9 €/dt	3,2	23 dt	3,2
Grundfutter-Konserven**	42 dt	16 €/dt	7,1	21 dt	15 €/dt	4,8	21 dt	4,8
Krafftfutter	28 dt	23 €/dt	6,8	10 dt	23 €/dt	3,5	10 dt	3,5
Bestands-er-gänzung	36 %	1.600 €/Stück	6,1	32 %	1.600 €/Stück	7,9	29 %	7,1
Arbeit	30 h	15 €/h	4,7	26 h	15 €/h	6,0	26 h	6,0
Summe Kosten			24,7			25,4		24,6
Erlöse*			30			30		30
Erlöse minus Kosten			5,3			4,6		5,4

Erklärungen: dt = Dezentonnen Trockenmasse; * aus Milchverkauf (30 Ct/kg Milch), ** ohne Verluste

Die einzelnen Kostenpositionen pro 100 kg Milch zeigen, dass Vollweide ausschließlich Krafftfutter geringere Kosten aufweist, da diese in der Hochleistungs-Stallhaltung recht hoch liegen. Als aufsummiertes Grundfutter (Grundfutter-Konserven und Weide) liegt die Weide mit 8,0 Euro etwas höher als 7,1 Euro pro 100 kg Milch bei Stallhaltung. Auffällig ist bei der Bestandsergänzung, dass trotz einer geringeren Remontierung von 32 % bei Vollweide im Vergleich zu 36 % bei der Stallvariante die Kosten bei Vollweide nahezu 2 Euro je 100 kg Milch über den Kosten der Hochleistungsvariante liegen. Dies ist durch die geringere Milchleistung bedingt, da die Kosten somit zu einem höheren Anteil der Bezugseinheit 100

kg Milch zuzuordnen sind. Der gleiche Effekt tritt bei der Arbeit und den geringeren Arbeitsstunden je Tier, aber höheren Kosten je 100 kg Milch auf. In dieser Modellrechnung schneidet die Weide damit bei den Kosten und den Erlösen minus Kosten mit 4,6 Euro je 100 kg Milch schlechter ab als die Hochleistungsstrategie mit 5,3 Euro je 100 kg Milch. Basierend auf den benötigten guten Managementfähigkeiten, wurde der Modellrechnung von Brade (2012) eine optimierte Modellvariante für Vollweide mit einer realistischen Remontierung von 29 % (vgl. Steinberger et al., 2012) ergänzt. So zeigt sich bei Erlösen minus Kosten ein Wert von 5,4 Euro / 100 kg Milch der dem Wert der Hochleistungsstrategie von 5,3 Euro nahezu entspricht (Tabelle 22).

Es ist also nicht die Frage, ob weidebasierte Milchviehhaltung wirtschaftlich umgesetzt werden kann, sondern ob bzw. durch welche Optimierung welcher Parameter dies erreicht werden kann. Dafür wird anhand einer grafisch-schematischen **Übersicht** dargestellt, wie dies in Ländern mit intensiver Weidehaltung umgesetzt wird. Dort ist die gesamte Milchproduktion auf die Maximierung der Milchleistung je Flächeneinheit (ha) ausgerichtet. Eine schematische Darstellung ist in Abbildung 23 aufgeführt. Die Maximierung der Flächenleistung (in Milch) erfolgt durch die möglichst umfängliche Ausnutzung des Grasaufwuchses durch eine saisonale Abkalbung, so dass die Laktationskurve und die Graswachstumskurve möglichst deckungsgleich sind. Diese Deckung ist jedoch über den Zeitverlauf nicht immer gegeben. Der Abgleich von Graswachstumskurve (grüne Flächen, Abbildung 23) und Laktationsverlauf (blaue Linien, ebd.) zu einem bestimmten Zeitpunkt zeigt, ob die Laktationsleistung ausschließlich aus Gras gedeckt werden kann.

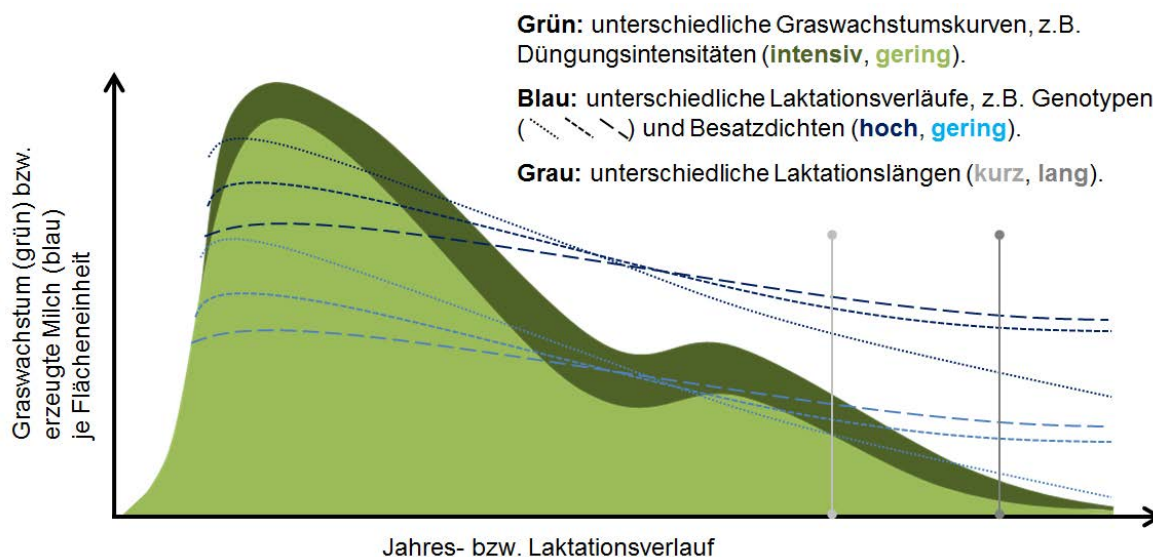


Abbildung 23: Schematische Darstellung zum Vergleich der Graswachstums- und Laktationskurve und einwirkende Parameter (Eigene Darstellung, in Anlehnung an Abbildung 3 (Verkerk, 2003))

Bei Gras-Überschuss besteht die Möglichkeit Futter zu konservieren (meist am Anfang der Laktation) und bei fehlender Grasmenge besteht die Notwendigkeit den Futterbedarf über eine Zufütterung zu decken. Zur Variierung bzw. Optimierung der Kurvendekung Weide &

Milch besteht eine Vielzahl an Möglichkeiten. Relevante Parameter sind beispielhaft ebenfalls in Abbildung 23 dargestellt. Eine Variation des Graswachstums kann insbesondere durch eine Veränderung der Düngungsintensität erreicht werden. Zur Anpassung der Laktationskurve ist zum einen ein weideangepasster Genotyp relevant, da hier Unterschiede hinsichtlich des Laktationsverlaufs (hohe Laktationsspitze oder Persistenz) bestehen. Zum anderen spielt eine optimale Besatzdichte eine große Rolle, um sowohl die Graswachstums-Ausnutzung als auch Deckung des Herden-Futterbedarfs zu gewährleisten. Kann in der späten Laktation nicht mehr genügend Gras zur Verfügung gestellt werden, besteht darüber hinaus die Möglichkeit durch das Trockenstellen der Tiere einzugreifen, um die Laktation zu beenden.

Die beschriebenen Parameter stellen jedoch nur einen Auszug aus dem System Weide dar. Im Übertrag auf den deutschsprachigen Raum sind weitere Details von Belang. So werden im Folgenden die **Komponenten des Weidesystems und deren ökonomische Bedeutung** dargestellt. Dazu werden ausgewählte Systembereiche einer wirtschaftlich erfolgreichen weidebasierten Milchviehhaltung genauer betrachtet.

Eine **saisonal geblockte Abkalbung** ist das „Herzstück“ eines Vollweidesystems. Aufgrund der begrenzten Weideperiode im deutschsprachigen Raum, bestehen Strategien mit verschiedenen Abkalbe-Zeitpunkten. Eine Winterkalbung mit einer Abkalbung der ganzen Herde im Spätherbst bzw. im frühen Winter ermöglicht es zu Beginn der Laktation hohe Einzeltierleistungen durch eine Stallfütterung mit entsprechender Krafftuttergabe zu erreichen und „auszufüttern“ (Steinberger et al., 2012). Im Anschluss kann die Milchleistung im Verlauf der Laktation durch das Graswachstum vollständig oder zum Großteil gedeckt werden. Dieses System eignet sich entsprechend auch für Genotypen, die auf hohe Milchleistung gezüchtet sind, wie sie im europäischen Raum üblich sind. Alternativ kann die Abkalbung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, damit diese parallel zum Graswachstums-Maximum im (frühen) Frühjahr beginnt. Je später die Abkalbung erfolgt und je geringer die Zufütterung gehalten werden kann, desto deutlicher ist entsprechend auch die erreichbare Milchleistung durch die Grasaufnahmekapazität begrenzt (Leisen et al., 2009). Gerade in kleinen Herden, in denen eine Gruppenaufteilung mit einer leistungsangepassten Fütterung schwierig umsetzbar ist, ist dieses System durch ein einheitliches Laktationsstadium der Herde hinsichtlich des Fütterungsmanagements vorteilhaft. Da alle Tiere in einem etwa einheitlichen Laktationsstadium sind, ist die Versorgung des Leistungsbedarfs einfacher zu gewährleisten. Damit können wiederum fütterungsbedingte Unter- bzw. Überversorgungen mit den entsprechenden Krankheitsrisiken reduziert werden.

Zur Gewährleistung einer saisonalen Abkalbung ist von „Tierseite“ vor allem eine hervorragende Fruchtbarkeit nötig, damit alle bzw. ein Großteil der Tiere im gewünschten zeitlichen Rahmen abkalben. Hier zeigen sich deutliche Rasseunterschiede (Piccand et al., 2011). Parallel ist das Fruchtbarkeitsmanagement mit einer intensiven Brunstbeobachtung wichtig, um einen hohen Besamungserfolg mit einer Zwischenkalbezeit von 365 Tagen zu erreichen. Auch bei der betriebseigenen Nachzucht gibt der Abkalbezeitpunkt ein geringes Erstkalbealter von ca. 24 Monaten vor (Steinberger et al., 2012). Die Bestandsergänzung wird

darüber hinaus ökonomisch besonders relevant, wenn nur bei einer geringen Remontierungsrate ein Teil der Kühe mit Fleischrassen-Genetik mit einem entsprechend höheren Kälberpreis belegt werden kann. Je nach betrieblichen Bedingungen kann durch eine saisonale Abkalbung eine Melkpause mit entsprechenden arbeitswirtschaftlichen Vorteilen von vier bis sechs Wochen erreicht werden. Jedoch entstehen so parallel auch saisonale Arbeitsschwerpunkte, die eine effiziente Arbeitsweise nötig machen (Steinwider und Starz, 2015).

Ökonomisch kann eine saisonale Abkalbung Optimierungen durch klar erkennbare direkte Reduzierungen (an Kraftfutter oder Arbeitszeit) erreichen. Viele ökonomische Wirkungen unterliegen jedoch indirekten und komplexen Zusammenhängen. So wäre denkbar, dass durch eine Melkpause auch das häufig parallel stattfindende Beobachten der Fruchtbarkeit und Tiergesundheit reduziert sind und dies über negativen Wirkungen auch zu negativen ökonomischen Effekten führt. Eine betriebsübergreifende Aussage über die ökonomische Bedeutung der saisonalen Abkalbung ist dem entsprechend nicht umfassend möglich, da es zu viele betriebsindividuelle Einflussfaktoren gibt. Erschwerend kommt hinzu, dass viele Molkereien auf einer kontinuierlichen Milchlieferung bestehen und Lieferungsunterbrechungen daher nicht möglich sind.

Die **Fütterung** ist eine wichtige betriebliche Stellschraube, da damit eine Deckung der Bedarfssituation, vor allem im ersten Laktationsdrittel und eine gute Milchleistung mit entsprechenden ökonomischer Relevanz gewährleistet werden kann (Volling et al., 2011). Für die Vollweide ist eine substantielle Umstellung der Fütterung nötig, indem ein Großteil der silagebasierten Fütterung durch Weide ersetzt wird. Entsprechend kommt einem intensiven (guten) Weidemanagement eine ebenso große Bedeutung zu (Steinberger et al., 2012). Die Weide bietet ein hohes Potential für gute Futterqualität (Elsässer et al., 2014), mit einem guten Weidemanagement sollen schwankende Weidefutterqualität, die sich auf die Leistung niederschlagen können, vermieden werden (Steinwider und Häusler, 2015). Bei einer anteiligen Berechnung der Weidefutteraufnahme (Cleven et al., 2015), sind auf das ganze Jahr gesehen Weideanteile an der Ration von 40 bis 70 % der Gesamtration möglich (Thomet et al., 2011).

Um eine maximale Weidegrasausnutzung zu erreichen, sollte nur ein sehr geringer Kraftfuttoreinsatz erfolgen, jedoch ist damit mit einer geringeren Milchleistung je Tier zu rechnen. Ein steigender Kraftfutteranteil kann darüber hinaus zu einer Grundfutter- bzw. Weideverdrängung führen, der einer maximalen Weideausnutzung entgegen steht (Steinwider und Häusler, 2015).

Die Fütterung hat zudem eine enorme Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit. In der Praxis der ökologische Milchviehhaltung entfallen von den Vollkosten in einer Betriebszweigabrechnung (BZA) im Mittel auf das Futter 31 % der Kosten (24 % Grundfutter und 7 % Kraftfutter (Trütken, 2007).

Ein aufwändiges und gutes Fütterungsmanagement zeigt sich nicht nur in einer gute Milchleistung, sondern auch in wirtschaftlichem Erfolg (Zerger et al., 2010). Geweidetes Gras ist als das billigste Grundfuttermittel bekannt. Seine Kosten liegen bei nur etwa bei

50-60 % der Kosten einer Silage (Elsässer et al., 2014). Verschiedene Futtermittel sind im Vergleich zu Weide als Kosten je 10 MJ NEL in Abbildung 24 aufgeführt. Weide kostet dementsprechend ca. 15 Cent / 10 MJ NEL. Es zeigen sich jedoch große betriebsindividuelle Unterschiede von unter 10 Cent bis über 20 Cent. So gibt es beispielsweise auch Auswertungen zu Futterkosten, nach denen Weide und Maissilagekosten etwa gleichauf liegen (20,9 und 20,3 Cent / 10 MJ NEL) (DLG, 2010). Ein Grund für den großen Variationsbereich der Futterkosten könnten verschiedene Produktionsbedingungen und Produktionsintensitäten sein. Werden die Kosten in einzelne Kostenblöcke aufgegliedert (vgl. Abbildung 24), zeigt sich, dass bei Weide alle Kostenblöcke niedriger ausfallen, als bei den anderen aufgeführten Grundfuttermitteln. Es fallen nahezu keine Gebäudekosten an und die Maschinen-, Lohn(ansatz)- und Direktkosten sind deutlich niedriger als bei Grassilage oder Heu (Kiefer und Over, 2014).

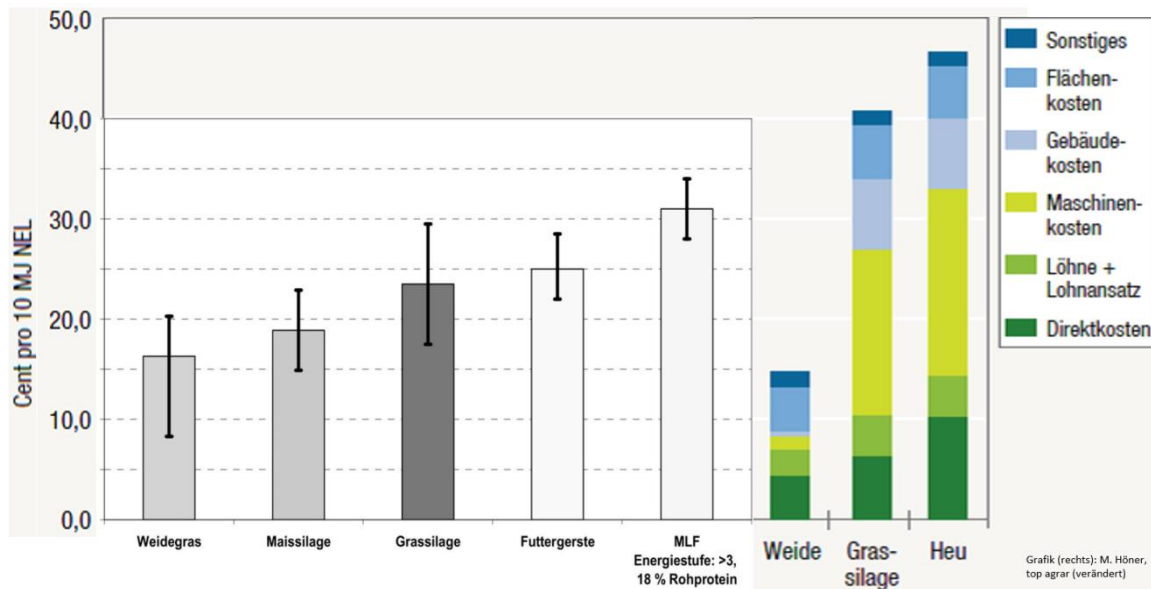


Abbildung 24: Futter-Erzeugungskosten: Vergleich von Weidegras, und anderen Grund- und Kraftfuttermitteln (in Cent/10 MJ NEL) nach Brade (2012, links) und Kiefer und Over (2014, rechts)

Grundfutterkosten können dementsprechend reduziert werden, wenn der Weidefutteranteil möglichst maximiert wird (Thomet et al., 2002; Brade, 2012). Die Reduzierung der Kosten erstreckt sich auch auf die Lagerung, so werden auch geringere Kapazitäten für Gülle- und Silagelagerung benötigt (Brade, 2012). Dieser Effekt des günstigen Weidegrases kann auch im Gesamtsystem Milchvieh noch von Relevanz sein.

So zeigen Betriebszweigauswertungen von ökologischem Milchvieh, bei hohem Weideanteil an der Ration von über 60 % der Weidesaison-Ration, im Mittel ein besseres Betriebszweigergebnis von -1,1 Cent/kg Milch (energiekorrigiert) als bei einem mittleren Anteil von 40-60 % (-3,7 Cent/kg Milch) (Leisen und Rieger, 2011). Dies könnte durch das günstige Futter bedingt sein. Jedoch weisen auch ökologische Betriebe mit einem Weiderationsanteil von unter 40 % ein nahezu identisches Betriebszweigergebnis von -1,0 Cent/kg Milch

(energiekorrigiert) aus. Angesichts der im Mittel deutlich größeren Betriebe in dieser Betriebsgruppe (ca. 80 Tiere, versus 60 Tiere bei mittlerer und viel Weide), wurden mögliche Skaleneffekte beachtet. So zeigt sich, dass der Anteil der wirtschaftlich erfolgreichen Betriebe unter Betrieben mit einem hohen Weide-Rationsanteil deutlich höher ist (72 %), als der Anteil in der Betriebsgruppe mit mittlerem bzw. niedrigem Weideanteil. Dort sind nur 42 % bzw. 45 % der Betriebe erfolgreich (Leisen und Rieger, 2011).

Krafftutter kann durch seine milchleistungssteigernde Wirkung bei gezieltem, bedarfsgerichtetem Einsatz von ökonomischem Vorteil sein. Der Nutzen hängt jedoch stark von den Kosten der eingesetzten Futtermittel ab. So kann eine krafftutterreduzierte bzw. -freie Fütterung mit höheren Krafftuttergaben ökonomisch ebenbürtig sein (Ertl et al., 2013). Eine Reduzierung der Krafftuttermenge um 10g/kg Milch kann die Erzeugungskosten um 0,33 Cent/kg Milch reduzieren. Zur ökonomischen Abwägung der Krafftutterintensität wird der Parameter Relation von Milchpreis zu Krafftutterpreis empfohlen. Ab einer Relation von 1,5:1 (Milchpreis: Krafftutterpreis) steigt die Wettbewerbsfähigkeit einer geringen Krafftutterintensität deutlich an (Steinberger et al., 2012).

Die Beschreibung der **Tiergesundheit** von Kühen ist ein komplexes und multifaktorielles Geschehen und setzt sich aus der Tiergesundheit und dem Tierwohlbefinden zusammen. Diese beiden Bereiche werden üblicherweise im Begriff Wohlergehen zusammengefasst, für welches heutzutage wiederum häufig die gekürzte Bezeichnung Tierwohl benutzt wird (Armbrecht et al., 2015). Durch eine tiergerechte Haltungsumwelt und entsprechendes Management kann diese erhalten werden, um ein Freisein von Schmerzen, Leiden und Schäden zu gewährleisten (Sundrum et al., 2004). Die bisher umfänglichste Bewertung des Tierwohls erfolgt nach dem Welfare-Quality-Protokoll, in dem aus einer Vielzahl an Einzelindikatoren die vier Säulen gute Fütterung, gute Haltung, gute Gesundheit und artgemäßes Verhalten zusammengefasst werden, aus denen wiederum ein Gesamtindex gebildet werden kann (Armbrecht et al., 2015). In vielen Studien werden jedoch ausgewählte tierbezogener Einzelindikatoren, wie der Body-Condition-Score betrachtet, um tiergesundheitliche Teilaspekte zu beleuchten (Burren et al., 2010).

Allgemein wird Weidegang mit einer Förderung des Tierwohls und vor allem der Tiergesundheit in Verbindung gebracht (Elsässer et al., 2014). In der Umstellung aus Weidehaltung konnten zumindest keine negativen Auswirkungen der Umstellung auf Vollweidehaltung abgeleitet werden (Steinwider et al., 2010).

Hinsichtlich einzelner Krankheitskomplexe bestehen bekannte Zusammenhänge: Sommerweide hat einen - teilweise signifikanten - positiven Effekt auf Lahmheiten, Läsionen, und Schwellungen an Gelenken, d.h. diese Gesundheitsstörungen oder Schäden treten bei Weidehaltung in geringerem Maße auf (Hernandez-Mendo et al., 2007; Chapinal et al., 2013). Dieser Effekt tritt unter ökologischen Bedingungen vor allem bei intensiver Beweidung (über 3420 Stunden pro Jahr) auf und erscheint nicht bei sehr geringen Beweidungsdauer (unter 720 Stunden im Jahr) (March et al., 2017). Eine Veränderung der Zellzahl, als Hinweis auf eine Mastitis, besteht im Vergleich zwischen Weide und Stallhaltung meist nicht

(Corazzin et al., 2010; March et al., 2017). Der Body Condition Score (BCS) ist in Weidesystemen niedriger (Burow et al., 2013). Unter ökologischen Bedingungen lag der Anteil unterkonditionierter Tiere bei intensiver Beweidung (über 3420 Stunden pro Jahr) deutlich höher als bei geringerer Beweidungsdauer (March et al., 2017).

Auf der Weide treten darüber hinaus spezielle Herausforderung durch die natürlichen Rahmenbedingungen auf. Diese sind die Bereiche Parasiten- und Fliegenbelastung oder Blähungen (Steinwider und Starz, 2015).

Zusammengefasst als Index, der aus dem Welfare-Quality-Protokoll gebildet wird, wurden teilweise Vorteile, teilweise keine signifikanten Effekte der Weide gefunden. Nach Armbrrecht et al. (2015) erreichen reine Stallbetriebe die Klassifizierung „akzeptabel“, während alle drei anderen Weidegruppen „verbessert“ erhielten. Ausschlaggebend sind die Grundsätze „Gute Haltung“ und „Gute Gesundheit“ signifikant bessere Bewertung für die Weidegruppen (Armbrrecht et al., 2015). Bei Burow et al. (2013) zeigte sich der Gesamtindex ebenfalls im Sommer (während der Weideperiode) signifikant besser, als im Winter. Unterteilt nach unterschiedlicher Weidedauer, schnitt eine längere (9 bis 21 Stunden) Weidedauer pro Tag besser ab, als eine kürzere (3 bis 9 Stunden)

Allgemein könnten Unterschiede in der Tiergesundheitssituation zwischen Weide und Stall nur bedingt tatsächlich dem Weidesystem aus „Begründung“ zugeschrieben werden, es ist auch gut möglich, dass andere Managementfaktoren der Grund für die Unterschiede sind (March et al., 2017). Auch das Vergleichssystem „Stall“ ist kein einheitlicher Vergleichsmaßstab. Die Bedingungen im Stall variieren ebenfalls stark, z.B. hinsichtlich des Platzangebots, sozialem Stress, Bodenbeschaffenheit etc. Diesen Bedingungen sind Tiere mit ihren individuellen Anpassungsfähigkeiten ausgesetzt und können sich dementsprechende in unterschiedlichem Maß gut anpassen und möglicherweise gesundheitliche Beeinträchtigungen aufweisen (Winckler, 2014).

Untersuchungen zur ökonomischen Bedeutung der Tiergesundheit wurden im deutschsprachigen Raum größtenteils unter Stallbedingungen durchgeführt (Härle, 2010). Wurde eine ökonomische Betrachtung der Tiergesundheit in Weidehaltungssysteme vorgenommen, z.B. im Vergleich zu der in Stallhaltungssystemen, wurde als Einschätzungskriterium die Tierarztkosten (z.B. je kg Milch oder je Kuh) herangezogen. Hier konnten niedrigere Tierarztkosten pro Kuh (Kiefer, 2014), teilweise auch in geringerem Maße je kg Milch identifiziert werden (Steinwider et al., 2010). Jedoch wird die Beziehung zu Wirtschaftlichkeit häufig unterschätzt, da sie sehr komplex ist und weit über die Tierarztkosten hinausgeht. In einer Studie zu Lahmheitserkrankungen zeigt sich, dass neben den tierärztlichen Behandlungskosten (Anteil: 27-42 %) auch Kosten durch verminderte Milchleistung (27-38 %) und schlechtere Fruchtbarkeit (31-50 %) entstehen (Cha et al., 2010).

In einer ökonomischen Untersuchung der Ökologischen Milchviehhaltung wurden Haltungssysteme ohne Weide und mit Weide sowie mit und ohne Auslauf untersucht. Hinsichtlich der Tiergerechtigkeit hoben sich Betriebe mit Auslauf und Weide positiv um einige Prozentpunkte von den anderen Haltungsverfahren ab, da das Bewegungs-, Sozial-, Ruhe und Komfortverhalten auf der Weide besser ausgeführt werden kann. Parallel erreichen 56 % dieser

Betriebe ein positives Betriebszweigergebnis, während dies von nur von 33 % der Betriebe ohne Weide und von 50 % der Betriebe mit Weide ohne Auslauf erreicht wurde (Zerger et al., 2010). Trotz grundsätzlich bestehenden positiven Beziehung zwischen Ökonomie und Tiergesundheit kann diese in der individuellen Betriebswirklichkeit nicht immer gefunden werden (Volling et al., 2005).

Im Hinblick auf **Arbeitserledigungskosten** gewährleistet eine Umstellung auf Vollweide mit einer Maximierung des Weidefutteranteils an der Futterration einen geringeren Arbeitsbedarf (Thomet et al., 2002; Thomet et al., 2011). Bei der Umstellung auf saisonale Abkalbung in Österreich wurden 20 % (10 bis 55 %) Arbeitszeitreduzierung erreicht (Steinwider und Starz, 2015). Konkret reduziert sich der Arbeitsaufwand der Futterkonservierung (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, 2011) der Stallarbeiten, wie Liegeboxenpflege und der Mistwirtschaft deutlich (Zerger et al., 2010), jedoch kann ein erhöhter Beobachtungsaufwand auf der Weide benötigt werden (Steinwider & Häusler 2015). Zusätzlicher Arbeitsanfall könnte jedoch durch stallferne Weideflächen, durch das längere Treiben anfallen (Brade, 2012). Betriebsleiter auf Pilot-Vollweidebetrieben und andere Landwirte nennen die Veränderung der Arbeitsabläufe und reduzierte Arbeitsbelastung als deutlichen Vorteil des Systems, der zu einer erheblichen Verbesserung der Lebensqualität führt (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, 2011; Thomet et al., 2011; Steinwider und Starz, 2015).

Die ökonomische Bedeutung einer geringeren Arbeits-Stundenzahl verdeutlicht beispielsweise ein Vergleich von Stall- und Weidehaltung in der Schweiz. Das Weidesystem benötigt nur ca. 90 % der Arbeitszeit des Stallsystems. Aufgrund der großen Milchleistungsunterschiede ist die Arbeitsproduktivität mit 76 kg Milch/h im Stallbetrieb und 73 kg Milch/h im Weidebetrieb ähnlich. Die Vergütung je Arbeitskraftstunde ist im Weidesystem deutlich höher (13,40 versus 20,70 €), wenn auch nicht signifikant (Hofstetter et al. 2014).

Neben den reinen Arbeitskosten sind auch die Maschinenkosten als ein Teil der Arbeitserledigungskosten zu betrachten. Für eine Kostenminimierung in Bezug auf die vorhandenen maschinelle Ausstattung ist eine hohe Auslastung nötig (Steinberger et al., 2012). Eine Herausforderung ist, dass bei einer geringeren zu konservierenden Futtermenge, insbesondere Silage, die Festkosten je Futtermittleinheit deutlich höher liegen als bei größerem Einsatzumfang. Im Bereich der Arbeitserledigungskosten bedeutet eine Kostenreduzierung ein Verzicht auf (zu) teure Eigenmechanisierung (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, 2011).

Sollten sich wirtschaftliche Nachteile für ein bestimmten Weide-Betriebstyp zeigen, kann für ökonomischen Ausgleich auf der **Erlös-Seite** z.B. eine Nutzung von Vergütungen für Agrarumweltleitungen in Frage kommen (Elsässer et al., 2014). Indirekt kann auch durch die Preiszuschläge für die ökologische Wirtschaftsweise eine ökonomische Optimierung auf der Erlösseite erzielt werden (Kiefer et al., 2014). Vermehrt werden auch von Molkereien Zuschläge für den Verkauf von Weidemilch ausbezahlt (Weiß, 2014).

4.1.2 Deskriptive Beschreibung der Projektbetriebe

Als Projektbetriebe wurden in enger Kooperation mit dem Projektpartner LWKÖL Betriebe mit unterschiedlichem Weideumfang ausgewählt, die verschiedene Weide-Genotypen ein-

kreuzen, um diese im tierzüchterischen Projektteil auf Weideeignung zu untersuchen (Kapitel 3). Die hier beschriebenen Betriebe stimmen dementsprechend mit diesen Projektbetrieben überein. Jedoch wurden die zusätzlichen Betriebe mit der Rasse Deutsches Schwarzbuntes Niederungsrind (DSN) nicht in diese Auswertung miteinbezogen. Bei Betriebsbesuchen, die in Zusammenarbeit der Projektpartner TZKS und BLKS erfolgten, wurden von Oktober 2014 bis März 2015 für diesen Projektteil mit Hilfe eines Fragebogens umfangreiche Informationen zu Stall, Weide, Fütterung, Klauenpflege und Melkhygiene erhoben. Ein Teil der Betriebe wurde in einer Bachelorarbeit zum Thema „Charakterisierung von Weidebetrieben als Grundlage eines Rassevergleichs für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“ vorab beim Projektpartner TZKS spezifisch hinsichtlich züchtungsbezogener Aspekte genauer betrachtet (Kapitel 3.2). Die betrieblichen Daten wurden mit den tierbezogenen Tiergesundheitsparametern der Tierzüchter (vgl. Kapitel 3.1) für die weiteren Analysen in Kapitel 4.1.3 und 4.1.4 ergänzt.

Der Datensatz wurde mit weiteren produktionstechnischen Daten des Projektpartners LWKÖL abgeglichen. Für die weiteren Analysen wurde ein Teil der Betriebe mit weiteren produktionstechnischen sowie ökonomischen Daten ergänzt. Von LWKÖL werden insbesondere auf einem Großteil der Betriebe wöchentlich Daten zur Rationsgestaltung erhoben, mit denen ein Weideanteil an der Ration während der Weideperiode (Leisen et al., 2013; Cleven et al., 2015) als ein wichtiger Weide-Parameter berechnet wird. Für Betriebe die nicht an diesem Betriebe-Netzwerk beteiligt sind, wurde ein Weide-Rationsanteil geschätzt. Dieser Gesamt-Datensatz wird im Folgenden, teilweise mit statistischen Vergleichswerten ergänzt, dargestellt.

Die 31 Projektbetriebe haben ihren Schwerpunkt in den nord-westlichen Bundesländern. Wenige weitere Betriebe wurden auch aus der Mitte und dem Süden Deutschlands mit einbezogen. Somit konnten Regionen, in denen über 70 % der Milchviehbetriebe Weidegang anbieten, umfangreich abgedeckt werden (Abbildung 25). In Bayern und Baden-Württemberg ist zwar der mittlere Anteil an Milchviehbetriebe, die ihren Tieren Weidegang anbieten deutlich geringer (20 % und 36 %), jedoch bestehen ausgewiesene Grünlandregionen mit weidebasierten Betrieben, die für das Projekt von hoher Relevanz waren.

Werden die Regionen in Deutschland auf Landkreisebene anhand der geografischen Verteilung des Grünlandanteils (links) und der Milchviehproduktion (rechts) an der Landfläche dargestellt (Abbildung 26), sind im Vergleich der beiden Abbildungen die Regionen zu identifizieren, die beweidet werden könnten. So bieten sich auch noch weitere Regionen für weidebasierte Milchviehhaltung an. Andere Regionen scheiden allein aufgrund der Standortbedingungen, d.h. fehlender Grünlandflächen, die als Weide genutzt werden könnten, für eine weidebasierte Milchviehhaltung aus.

Von den 31 Projektbetrieben wirtschaften 27 Betriebe nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus und eines Anbauverbands (Bioland, Demeter, Naturland). Die Flächenausstattung der Betriebe liegt zwischen 30 ha und 223 ha (ökologisch: 30-192 ha, konventionell: 45-223 ha) und liegt im Mittel bei 101 ha (ökologisch: 98 ha, konventionell: 122 ha).

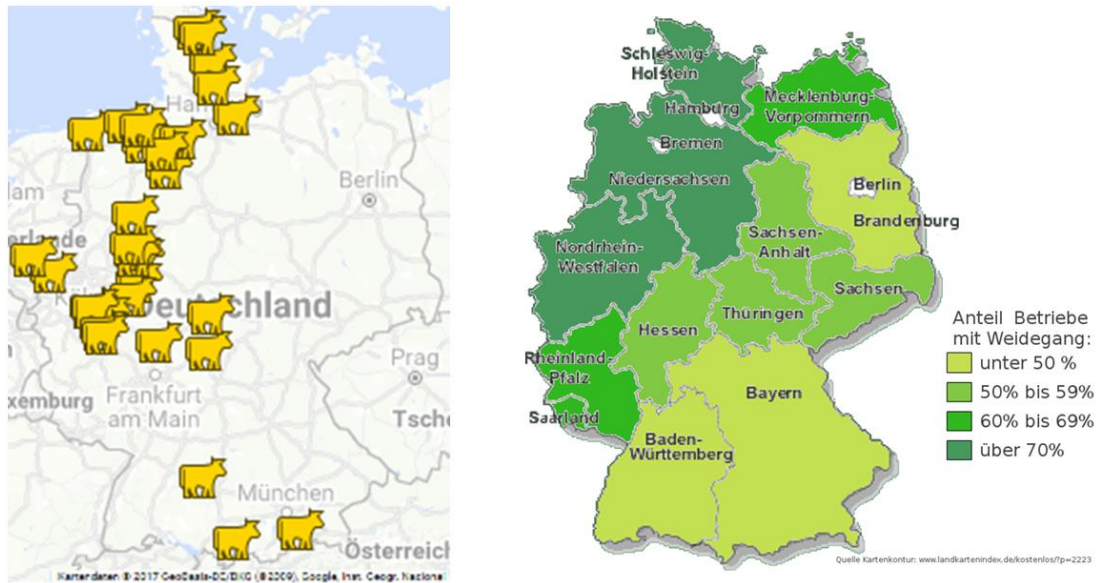


Abbildung 25: Geografische Verteilung der Projektbetriebe in Deutschland (links) und der Anteile Weidegang-anbietende Milchviehbetriebe in den Flächenbundesländern Deutschlands (Daten: Statistisches Bundesamt, 2011, rechts)

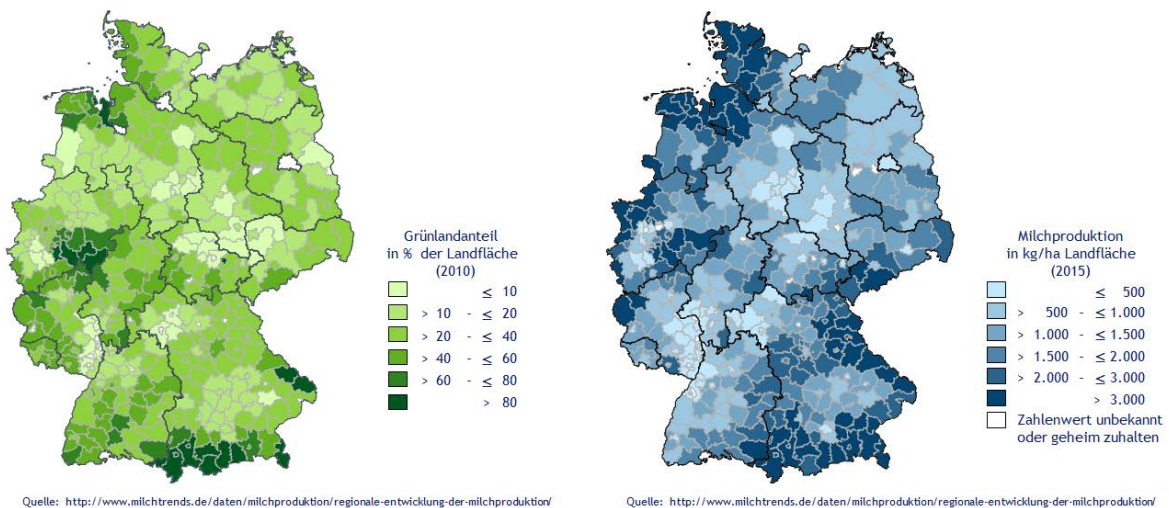


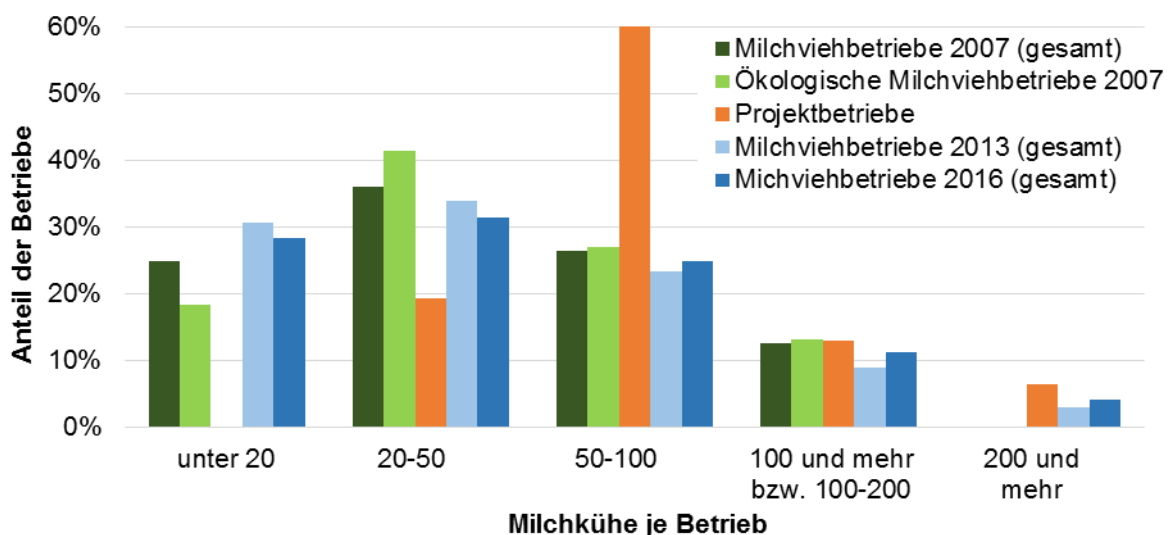
Abbildung 26: Geografische Verteilung der Anteile des Grünlands an der Landfläche (LF) im Jahr 2010 (links), und der Milchproduktion in kg je ha Landfläche im Jahr 2015 (rechts) in den Landkreisen Deutschlands (Milchtrends, 2016)

Die Flächenausstattung ist somit im Mittel bei den konventionellen Betrieben etwas größer, jedoch zeigen sie Spannen, dass die Betriebe ebenfalls einen großen Bereich abdecken. Im Durchschnitt der Betriebe besteht die Fläche zu 60 % aus Dauergrünland (14-100 %) und beträgt zwischen 6,5 ha und 115 ha je Betrieb. Es handelt es sich im Detail um sieben reine Grünlandbetriebe, 16 Betriebe, die zusätzlich noch Acker- bzw. Futterbau betreiben und acht Betriebe haben noch weitere Betriebszweige wie Schweine- oder Ochsenmast, Weiterverarbeitung, Direktvermarktung oder Gemüsebau. Insgesamt und unterteilt in die beiden Wirtschaftsweisen, betreiben jeweils die Mehrzahl der Betriebe auch Futter- oder Ackerbau. Weitere Betriebszweige sind jedoch ausschließlich bei den ökologischen Betrieben zu finden (Tabelle 23).

Tabelle 23: Übersicht über die Anzahl der Projektbetriebe, unterteilt nach Wirtschaftsweise und Ausstattung an Betriebszweigen

	Biologische Wirtschaftsweise	Konventionelle Wirtschaftsweise	Gesamt
Reiner Grünland-Betrieb	6	1	7
Betriebe mit Acker- bzw. Futterbau	13	3	16
Betriebe mit weiteren Betriebszweigen	8	0	8
Gesamt	27	4	31

Im Durchschnitt werden 77 Milchkühe auf den Projektbetrieben gehalten, mit einer sehr weiten Spanne von 25 bis 220 Tieren. In Abbildung 27 sind die Projektbetriebe, unterteilt in fünf Größenklassen, und entsprechende Vergleichswerte aufgeführt. Statistische Vergleichszahlen für den Ökolandbau liegen ausschließlich aus dem Jahr 2007 vor (Statistisches Bundesamt, 2008). Deshalb sind mit den grünen Säulen, jeweils links neben den Projektbetrieben, sowohl die Anteile der Betriebsgrößenklassen für ökologische Betriebe mit Milchvieh als auch die Anteile aller Milchviehbetriebe in Deutschland aufgeführt. Hier zeigt sich, dass der Anteil der Projektbetriebe in der Größenklasse 50 bis 100 Milchkühe mit 60 % deutlich größer ist, als die Anteile im Jahr 2007, die jeweils unter 30 % liegen. Dem gegenüber sind die Größenklassen unter 50 und unter 20 Tiere bei den Projektbetrieben deutlich geringer bzw. überhaupt nicht vertreten. Da im Jahr 2007 die Größenklasse „200 und mehr“ Tiere nicht aufgeführt wurde, sind die Projektbetriebe im Bereich „100 und mehr“ Tiere insgesamt mehr vertreten, als die Vergleichsbetriebe, da die Projektbetriebe, die in Kategorie „200 und mehr“ Tiere aufgeführt sind, noch zu addieren sind.

**Abbildung 27: Projektbetriebe im Größenvergleich mit statistischen Angaben zu Herdengrößen (Statistisches Bundesamt, 2008, 2014, 2017)**

Als blaue Säulen sind Anteile der Größenklassen der Milchviehbetriebe in Deutschland zum Beginn (2013) und zum Ende (2016) der Projektphase aufgeführt. Auch im Vergleich zu dieser Verteilung sind die Projektbetriebe nahezu doppelt so häufig in der Größenklasse

50-100 Tiere vertreten, auch wenn der Anteil in dieser Größenklasse von 2007 bis 2014 bzw. 2017 leicht zurückgegangen ist. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass es sich um Anteile und nicht um die absolute Anzahl der Betriebe handelt. Bei dem Vergleich der verschiedenen Jahre, ist die sich verändernde Grundgesamtheit von über 101.000 Betriebe (2007), etwa 80.000 Betriebe (2013) und ca. 69.000 Betriebe (2016) zu beachten.

Durch die regionale Verteilung der Betriebe sind auch ihre klimatischen Bedingungen geprägt. In Abbildung 28 sind die Höhenlage der Betriebe über der Meereshöhe und die Niederschlagsmengen als Mittelwerte, Minimum und Maximum unterteilt nach Bundesländern aufgeführt. Es zeigt sich, dass die Betriebe unterschiedlichen regionalspezifischen klimatischen Besonderheiten ausgesetzt sind, die sich auf die Möglichkeiten, Weide umzusetzen, auswirken können.

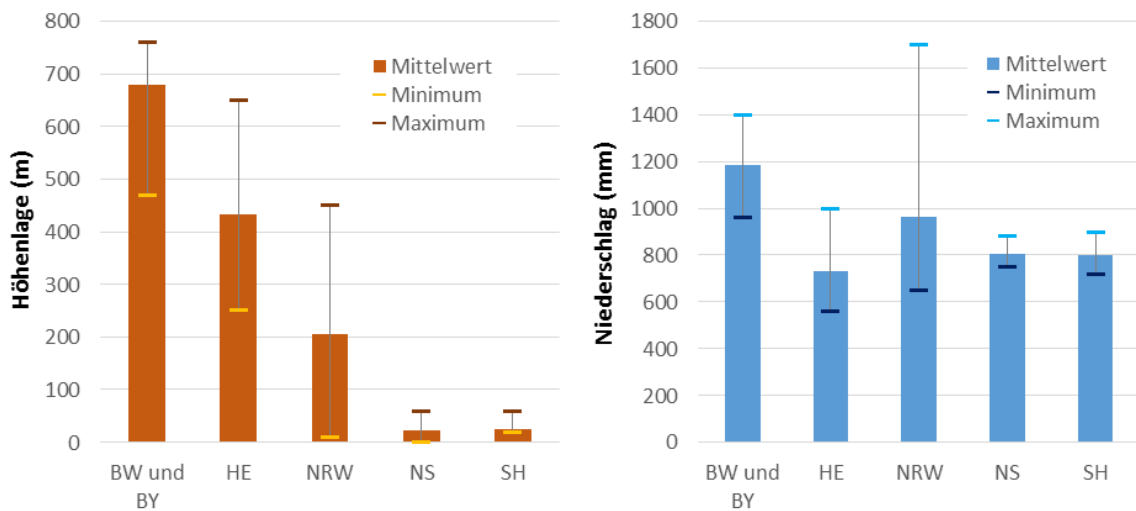


Abbildung 28: Höhenlage und Niederschlag der Projektbetriebe, unterteilt nach Bundesländern

Die gehaltene Rasse ist vorwiegend Holstein-Friesian, wobei manche Betriebe auch verschiedene Kreuzungen in Herdentteile, z.B. mit Fleckvieh oder Angler vorgenommen haben. Der Anteil an Kreuzungstieren mit Neuseeländer Genetik liegt im Durchschnitt bei 16,5 %, mit einer besonders weiten Spanne von einstelligen Prozentwerten bis 50 %. Dies bedeutet, es handelt sich um Betriebe, die bei einigen wenigen Tieren zum Test Neuseeländer Genetik eingekreuzt haben, jedoch dies nicht weiter verfolgten, bis hin zu Betrieben, die in Zukunft komplett auf diese Genetik umsteigen wollen. Etwa ein Drittel der Betriebe hält Tiere mit Hörnern. Neben den beiden Demeter-Betrieben gehören auch Bioland-Betriebe und ein konventioneller Betrieb dazu. Obwohl die Betriebe in der Regel künstliche Besamung einsetzen, halten 23 Betriebe regelmäßig oder gelegentlich einen Deckbullen für den Natursprung. Dieser wird zu unterschiedlichen Gelegenheiten, z.B. für die Rinder (für die Erleichterung der ersten Kalbung), zur Nachbesamung, bei saisonaler Abkalbung ab einem bestimmten Zeitpunkt oder zum Verkauf der (männlichen) Kälber als Masttiere eingesetzt.

Als Beweidungsart wurde von 19 Betrieben Kurzrasenweide genannt, von sieben Betrieben Umtriebsweide und von drei Betrieben Stand- bzw. Portionsweide. Alle weiteren Informationen zu Beweidung werden in Tabelle 24, die Flächenausstattung an Grünland und Weide, ausgewählte Parameter zu Weidedauer und Weiderationsanteil aufgeführt. Mit einem durchschnittlichen Anteil von 65 % Grünland an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, erzielen die Projektbetriebe im Mittel einen Weideanteil in der Ration von 68 % in der Ration. Während sich in beim Grünlandflächenanteil deutliche Unterschiede zwischen den betrieblichen Ausrichtungen zeigen, unterscheiden sich die Werte beim Weideanteil ausschließlich zwischen reinen Grünlandbetrieben (81 %) und den anderen Betriebsausrichtungen (63 % bzw. 64 %), jedoch mit großen Spannen zwischen den Betrieben. Reine Grünlandbetriebe weisen auch bei der Weidefläche (gesamt und je Kuh) im Mittel die höchsten Werte auf. Pro Tier entspricht dies einer Fläche von 0,57 ha, also 2,5 Mal so viel wie die Weidefläche pro Tier bei den Betrieben mit weiteren Betriebszweigen. Bei der Anzahl an Weidetagen pro Jahr zeigt sich ein etwas anderes Bild, hier liegen die reinen Grünlandbetriebe im Mittel zwischen den Betrieben mit weiteren Betriebszweigen, die mehr Tage weiden und Betrieben mit Acker- bzw. Futterbau, die weniger Tage weiden. Jedoch sind auch hier insgesamt von 167 bis 280 Tagen die Unterschiede zwischen den Betrieben recht groß. Eine Weidedauer von 167 entspricht etwa einer Weideperiode von Anfang Mai bis Mitte Oktober. 280 Tage können in einer Periode täglichen Weidegangs von Mitte/Ende Februar bis Mitte November erreicht werden.

Tabelle 24: Deskriptive Statistik mit Mittelwerten (Minimum, Maximum) ausgewählter Weideparameter der Projektbetriebe unterteilt nach Betriebsausrichtung

	Grünland- anteil*	Weide-an- teil**	Weide- fläche (ha)	Weidefläche ha/Kuh	Weidetage/ Jahr
Reiner Grünland-Betrieb	100 % (100-100)	81 % (60-95)	36,6 (20-56)	0,57 (0,3-0,9)	221 (182-260)
Betriebe mit Acker- bzw. Futterbau	65 % (14-94)	64 % (12-95)	31,0 (9-55)	0,38 (0,2-0,6)	206 (167-245)
Betriebe mit weiteren Betriebszweigen	33 % (14-53)	63 % (30-100)	11,8 (7-18)	0,23 (0,1-0,4)	240 (198-280)
Gesamt	65 %	68 %	27,3	0,38	218

* Anteil des Grünlands (ha) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (ha)

** Anteil des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) zwischen Mai und Oktober

Statistische Vergleichsdaten zur Weidedauer in Tagen liegen aus dem Jahr 2009 vor (Statistisches Bundesamt, 2011). Danach hatten etwa 45 % der Milchviehbetriebe Weidegang. Die durchschnittliche Weidedauer dieser Weidebetriebe lag hier bei 24 Wochen (entspricht etwa 168 Tagen).

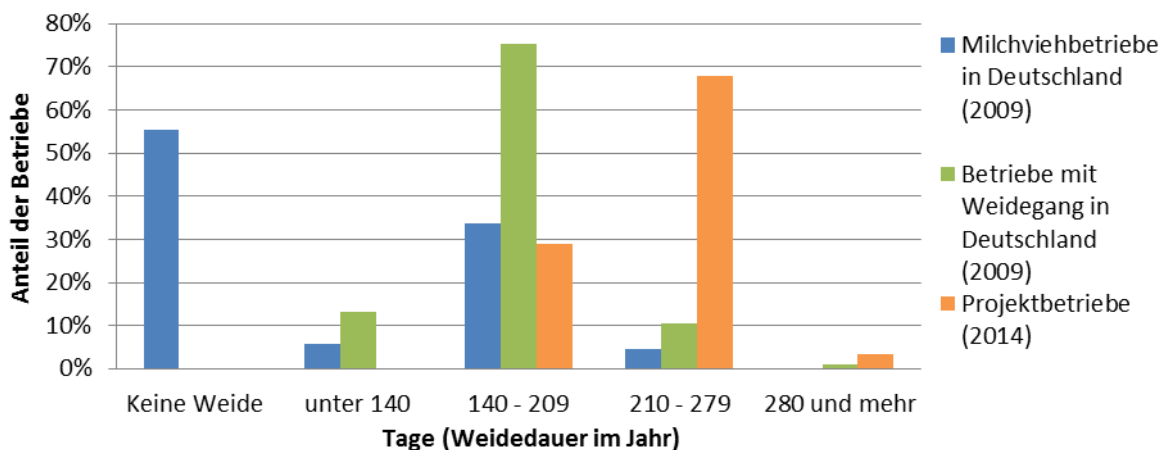


Abbildung 29: Weidedauer (in Tagen) der Projektbetriebe und entsprechende Vergleichswerte für Deutschland 2009 (Eigene Darstellung auf Datenbasis von Statistisches Bundesamt, 2011)

Darüber hinaus wurde die Verteilung der Betriebe nach deren Angaben der Weidedauer in Wochen in Kategorien von unter 20 Wochen (140 Tage), 20 bis 29 Wochen (140 bis 209 Tage), 30 bis 39 Wochen (210 bis 279 Tage) und mehr als 40 Wochen (280 Tage) angegeben. Diese Anteile sind im Vergleich zu den Anteilen der Projektbetriebe in Abbildung 29 aufgeführt. Es zeigt sich deutlich, dass die Projektbetriebe nicht nur im Vergleich zu der Gesamtheit aller Milchviehbetriebe, sondern auch im Vergleich zu Milchviehbetrieben mit Weidegang eine deutlich längere Weideperiode umsetzen. Auch im Vergleich zu den Kriterien von 120 Tagen Weide (à 6 Stunden), um Milch als Weidemilch an Molkereien zu verkaufen (Rohmann, 2016), weiden die Projektbetriebe in deutlich größerem Umfang.

In Anlehnung an Leisen und Rieger (2011) werden die Betriebe bzw. Tiere anhand ihres Weideanteils an der Futtermischung in drei Gruppen unterteilt (Tabelle 25).

Tabelle 25: Unterteilung der Projektbetriebe nach Weideintensität dreistufig nach Leisen und Rieger (2011) und vierstufig

Weide-Gruppierung dreistufig**	Weide-Rations-anteil*	Anzahl Projekt-betriebe	Anzahl Projekt-betriebe	Weide-Rations-anteil*	Weide-Gruppierung vierstufig
Wenig	Unter 40 %	4	4	Unter 40 %	Gering
Mittel	40 bis 60 %	8	8	40 bis 60 %	Mittel
Viel	Über 60 %	19	10	61 bis 80 %	Viel
			9	Über 80 %	Sehr viel

* Anteil des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) zwischen Mai und Oktober

** Unterteilung nach Leisen und Rieger (2011)

Vier Projektbetriebe fallen damit in die Kategorie geringer Weideumfang, acht weisen einen mittleren Weideumfang auf und 19 Betriebe sind der Kategorie „Viel Weide“ zugeordnet.

Angesichts der großen Betriebszahl in Kategorie „Viel Weide“, wurde für die Analysen zur Identifizierung von Ähnlichkeitsstrukturen (Kapitel 4.1.3) Untergruppen von viel Weide und sehr viel Weide gebildet, die ebenfalls in Tabelle 25 aufgeführt sind. Somit können Auswertungen gezielt in verschiedene Weideintensitäten unterteilt durchgeführt werden.

Die produktionstechnischen Daten, unterteilt nach Weideintensität, sind in Tabelle 26 aufgeführt. Eine sehr weite Spanne weisen die Betriebe bei der durchschnittlichen Milchleistung von 4.600 bis 9.000 kg energie- und fettkorrigierte Milch (ECM) pro Kuh und Jahr auf. Unterteilt nach der vierstufigen Weideintensität, zeigen sich bei der Milchleistung im Mittel deutliche Unterschiede zwischen den Weideumfängen. Insbesondere die Milchleistung in der Weideintensität „gering“ hebt sich auch als ganze Spanne deutlich von den anderen Betrieben ab. Auch beim Einsatz der Maissilage zeigen sich deutliche Unterschiede. Im Mittel hat etwa jeder zweite Betrieb Mais in seiner Ration.

Tabelle 26: Milchleistung und Fütterungsinformationen als Mittelwerte (Minimum, Maximum) der Projektbetriebe, unterteilt nach Weideintensität

Weideintensität (vierstufig*)	Weideanteil**	ECM-Milchleistung (kg/Kuh und Jahr)	Anteil Betriebe mit Maissilagefütterung	Krafftutter*** (dt/Kuh und Jahr)
Gering	22 %	8.160 (7460-9000)	100 %	24,5 (18-38)
Mittel	54 %	6.640 (5800-7430)	63 %	13,8 (5-23)
Viel	74 %	6.460 (4600-7600)	40 %	11,9 (4-22)
Sehr viel	93 %	6.030 (4800-6900)	22 %	7,4 (3-15)
Gesamt	68 %	6600	48 %	12,7

* anhand Weideanteil: unter 40 %: Gering, 40 % bis 60 %: Mittel, 61 % bis 80 %: Viel, Über 80 %: Sehr viel

** Mittelwert des Anteils des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) zwischen Mai und Oktober

*** Krafftutter als Krafftutteräquivalente (korrigiert auf EIII, auch energiereiches Saffutter beachtet)

Alle Betriebe mit geringer Weideintensität füttern Maissilage, während es bei der Weideintensität „sehr viel“ nicht einmal jeder vierte Betrieb anbietet. Parallel mit der Häufigkeit des Maiseinsatzes und der Milchleistung steigt von der sehr viel weidenden Gruppe bis zu gering weidenden Gruppe auch der Krafftuttereinsatz an. Jedoch weisen die großen Spannen auch hier auf deutliche betriebsindividuelle Unterschiede hin. Als Haltungssystem steht mit 22 Betrieben der Boxenlaufstall im Vordergrund, der Rest sind Tret- oder Tiefstreustallsysteme, sowie ein Betrieb mit Anbindehaltung (Kleinbestandsregelung). Als Melkstand werden vor allem Fischgräten-Melkstände (n = 18) verwendet. Ansonsten werden vorwiegend Tandemmelkstände eingesetzt, außer zwei side-by-side-Melkstände, eine Rohrmelkanlage und ein Melkarussell.

4.1.3 Faktor- & Clusteranalyse

Das im vorliegenden Projekt erhobene umfangreiche Datenmaterial zu Weidebetrieben ermöglicht es Ähnlichkeitsstrukturen mit Hilfe einer Faktor- und Clusteranalyse zu identifizieren und Betriebe zu Gruppieren, um typische Weide-Produktionssysteme abzuleiten. Ein

Schwerpunkt liegt auf den Parameter, die einen Bezug zu Weidegang aufweisen. Im Anschluss werden auch wirtschaftliche Kennzahlen den identifizierten Clustern gegenübergestellt.

Sowohl Faktoranalyse als auch Clusteranalyse untersuchen Daten hinsichtlich einer Ähnlichkeitsstruktur. Jedoch sind die Ausrichtungen unterschiedlich. Das Ziel einer Faktoranalyse ist es, aggregierte Parameter zu identifizieren, die Richtungen in einem multivariaten Raum darstellen. Untersucht wird, in welchem Umfang die Variablen einen Teil dieser „unsichtbaren Struktur-Dimensionen“ ausmachen, d.h. in welchem Umfang sie auf Faktoren bzw. Hauptkomponenten laden. Dies bedeutet auch, dass der Schwerpunkt nicht auf den Zusammenhängen zwischen den Variablen an sich darstellt, sondern die Faktoren und ihre Position im Faktorraum. Dem Gegenüber ist das Ziel einer Clusteranalyse möglichst homogene Gruppen von Subjekten (hier landwirtschaftlichen Betrieben) zu bilden. Es ist folglich die Aufgabe, Gruppenzugehörigkeiten der Subjekte zu identifizieren. Da beide Analysearten eine etwas andere Ausrichtung als Untersuchung nach Ähnlichkeitsstrukturen betrachtet, bietet es sich an, beide Methoden vergleichend einzusetzen (Gordan und Primavera, 1983). Bei beiden Untersuchungsverfahren wird explorativ vorgegangen, um bei den Projektbetrieben vorhandene Strukturen und Gruppierungen aufzudecken. Dies dient der Ableitung typischer Weide-Produktionssysteme. Eine Besonderheit stellt die sich anschließende Auswertung dar, in der erstmals auch Einzeltiere hinsichtlich ihrer Ähnlichkeitsstruktur in Cluster eingeordnet werden.

Für beide Analysen wird eine Korrelationsmatrix benötigt. Vorab wird jedoch für alle Parameter eine sogenannte Z-Transformation durchgeführt. Dafür wird für alle Einzelwerte die Differenz zum Mittelwert gebildet und durch die Standardabweichung geteilt. Dies erleichtert die Rechenschritte der beiden Analysen und erzielt vor allem eine Vergleichbarkeit der hinsichtlich der Größenordnung sehr heterogenen Parameter. Um die Werte „Umstellungsjahr zu ökologischer Wirtschaftsweise“ über ökologische und konventionelle Betriebe hinweg als metrische Variable zu untersuchen, wurden verschiedene Werte für die konventionellen Betriebe gewählt und mit dem dichotomen Parameter verglichen. In Abwägung der statistischen und inhaltlichen Bedeutung wurde schließlich bei den konventionellen Betrieben jeweils den Wert 2100 angesetzt. Für die Interpretation der Ergebnisse, ist jedoch zu beachten, dass Korrelationen als Darstellung eines Zusammenhangs keinen Hinweis darauf geben, ob und in welcher Richtung sich ein oder mehrere Variablen beeinflussen (Backhaus, 2008). Es ist bei den Zusammenhängen also keine Kausalität abzulesen, diese kann ausschließlich fachlich-Inhaltlich ergänzt werden.

4.1.3.1 Faktoranalyse

Angeht der Vielzahl an verfügbaren betrieblichen Variablen wurde als ein struktur-entdeckendes Verfahren, mit dem Ziel der Reduktion der Vielzahl an Einflussvariablen auf eine begrenzte Anzahl an komplexen, mathematisch ermittelten Faktoren, die explorative Faktoranalyse gewählt. In diesem Fall wird untersucht, ob der Vielzahl an betrieblichen Variablen eine komplexe, nicht einem einzelnen Parameter zuzuordnende Struktur zugrunde liegt,

die im Hinblick Beweidung bzw. Beweidungstypen interessant ist. Die Faktorenanalyse untersucht die Beziehungszusammenhänge anhand der bivariaten Korrelation aller Variablen untereinander.

Für die tatsächliche explorative Faktorenanalyse sind verschiedene Voraussetzungen des Datensatzes zu erfüllen. Die konkreten Voraussetzungen betreffen die Güte der einzelnen Variablen und damit deren Eignung für diese Analyseform. Eine erste Einschätzung der Daten kann über die Beurteilung der Korrelationsmatrix erfolgen. Der statistischen Überprüfung der Plausibilität dient der Bartlett-Test. Dieser war für alle untersuchten Matrizen signifikant. Zur Beurteilung der Güte der Daten wird das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium, auch MSA-Kriterium genannt, verwendet. Dieses wird sowohl für die einzelne Variablen als auch die ganze Matrix angewendet und dient dazu, die Variablen auszuwählen, die in die Analyse einbezogen werden sollen. Das Kriterium sollte für die Gesamtmatrix als auch für jede Variable mindestens einen Wert von 0,5 aufweisen, auch wenn die Datenqualität nur als „kläglich“ (miserable) eingeschätzt werden kann. Anzustreben ist ein Wert von über 0,6 (mittelmäßig/mediocre) oder 0,7 („ziemlich gut“/middling). In einem iterativen Prozess können so die Parameter ausgeschlossen werden, die die Datenqualität deutlich schmälern. Stehen dem jedoch inhaltliche Überlegungen entgegen, können sie trotzdem verwendet werden (Backhaus, 2008).

In der vorliegenden Untersuchung wurde unter Einbeziehung aller Variablen ein MSA von 0,45 erzielt. In anschließenden iterativen Prozess konnten zwei verschiedene Matrizen identifiziert werden. Eine der Matrizen basiert auf 19 Variablen, ist jedoch nur „kläglichere“ Qualität (MSA: 0,56), die andere basiert auf 13 Variablen und ist von „ziemlich guter“ Datenqualität (MSA: 0,71). Da der hohe MSA-Wert nur unter Ausschluss relevanter Parameter erreicht werden konnte, werden beide Matrizen ausgewertet. (Variablen siehe Anhang xx). Im Anschluss wird die Anzahl der zu identifizierenden Faktoren festgelegt. Dafür gibt es keine klaren statistischen Methoden, sondern Anhaltspunkte, um darauf basierend eine Anzahl zu wählen. Die Kriterien sind die Eigenwerte der Anzahl an Faktoren, diese sollte größer 1 sein. Darüber hinaus kann mit dem Scree-Test, indem die Eigenwerte in ein Koordinatensystem eingetragen werden, die Anzahl der Faktoren grafisch bestimmt werden. da die Differenz der Eigenwerte dort am Größten ist (Backhaus, 2008). Bei der Matrix mit 19 Variablen ergeben sich 4 Faktoren, bei der Matrix mit 13 Variablen sind es 3 Faktoren.

Die tatsächliche Faktoranalyse ermittelt nun Faktoren, die jeweils mit einem Teil der vorhandenen Variablen möglichst stark korrelieren und mit einem anderen nicht. Für das konkrete Auffinden der Faktoren (Faktorextraktion) gibt es verschiedene Verfahren, meist werden jedoch zwei verwendet: Die Hauptkomponentenanalyse und die Hauptachsenanalyse. Die Unterscheidung liegt darin, wie das Vorgehen zur Aufklärung der Varianz erfolgt. Während bei der Hauptkomponentenanalyse die Varianz vollständig erklärt wird, kann bei der Hauptachsenanalyse bei jedem Faktor eine Einzelrestvarianz auftreten, die z.B. durch Messfehler entstanden sein kann und unerklärt bleibt (Backhaus, 2008). Für die vorliegenden Daten wird eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, da die gesamte Streuung (Varianz) aufgeklärt werden soll (Backhaus, 2008). So werden im Folgenden der Begriff Faktor und Hauptkomponente als Synonyme verwendet.

In Tabelle 27 werden die beiden Matrizen mit ihren vier bzw. drei Hauptkomponenten und deren Aufklärungsanteilen an der Varianz dargestellt. Dazu dient zum einen der Eigenwert als absoluter Wert, zum anderen die anteilige und kumulative Varianzerklärung je Hauptkomponente.

Tabelle 27: Datengrundlage, Güte und Varianzerklärung der beiden Matrizen der Hauptkomponentenanalyse

Matrix	Matrix 1				Matrix 2		
Anzahl Ursprungsvariablen	19				13		
MSA-Wert	0,56				0,71		
Anzahl Hauptkomponenten (HK)	4				3		
	HK1	HK 2	HK 3	HK 4	HK 1	HK 2	HK 3
Ladungen / Eigenwert	4,39	3,75	2,58	1,79	4,05	2,93	1,72
Anteil erklärte Varianz	0,23	0,2	0,14	0,09	0,31	0,23	0,13
Kumulative Varianz	0,23	0,43	0,56	0,66	0,31	0,54	0,67

Die Hauptkomponenten sind nach ihrer Varianzerklärung sortiert, d.h. die erste Hauptkomponente erklärt immer die größte Varianz. Hier zeigt sich, dass durch die Wahl bzw. das Ausschließen von Variablen in Matrix 2 eine deutlich höhere Varianzerklärung je Hauptkomponente erreicht werden konnte als in Matrix 1. So wird in Matrix 2 mit nur drei Hauptkomponenten die nahezu gleiche kumulative Varianzaufklärung erreicht wie in Matrix 1 mit vier Hauptkomponenten. Insgesamt können mit den Hauptkomponenten jeweils ca. 2/3 der Varianz aufgeklärt werden.

Mittels des Chi-Quadrat Tests konnte gezeigt werden, dass die Wahl der Anzahl der Hauptkomponenten in beiden Fällen ausreichend ist. Zur Darstellung und Auswertung können nun die Beziehungen zwischen der Hauptkomponenten und den Variablen verwendet werden. Der Parameter heißt Faktorladung und entspricht inhaltlich einem Korrelationskoeffizient, der in diesem Fall angibt, wie stark der Zusammenhang zwischen einer Variablen und dem Faktor ist. In Abbildung 30 ist jede Variable bei der Hauptkomponente (principle component, PC) aufgeführt, auf die sie am stärksten lädt. Je Hauptkomponente sind die Faktorladungen nach absteigender Intensität sortiert. Weitere Ladungen auf anderen Hauptkomponenten sind nicht dargestellt. Die Faktorladungen der Variablen der Matrix 1 (links) und Matrix 2 (rechts) können dort verglichen werden. Es wird farblich zwischen positiven (schwarz) und negativen (rot) Zusammenhängen unterschieden. Hier zeigt sich, dass alle Zusammenhänge, die in Matrix 1 positiv sind, in Matrix 2 negativ erscheinen. Z.B. lädt der Weideanteil auf die PC1 der Matrix 1 mit 0,8, auf PC1 der Matrix 2 jedoch mit -0,8. Dies ist durch die erneute Auswertung zu begründen und hat keine inhaltliche Bedeutung. Im Folgenden werden die Faktorladungen zur Vereinfachung als Betrag ohne Vorzeichen genannt. Eine weitere farbliche Kennzeichnung macht die Variablen sichtbar, die nicht in beiden Matrizen der gleichen Hauptkomponente zugeordnet sind. Da diese Unterschiede

auf eine weniger feste Verbindung mit den anderen Variablen hinweisen, werden zuerst die anderen Variablen vorgestellt.

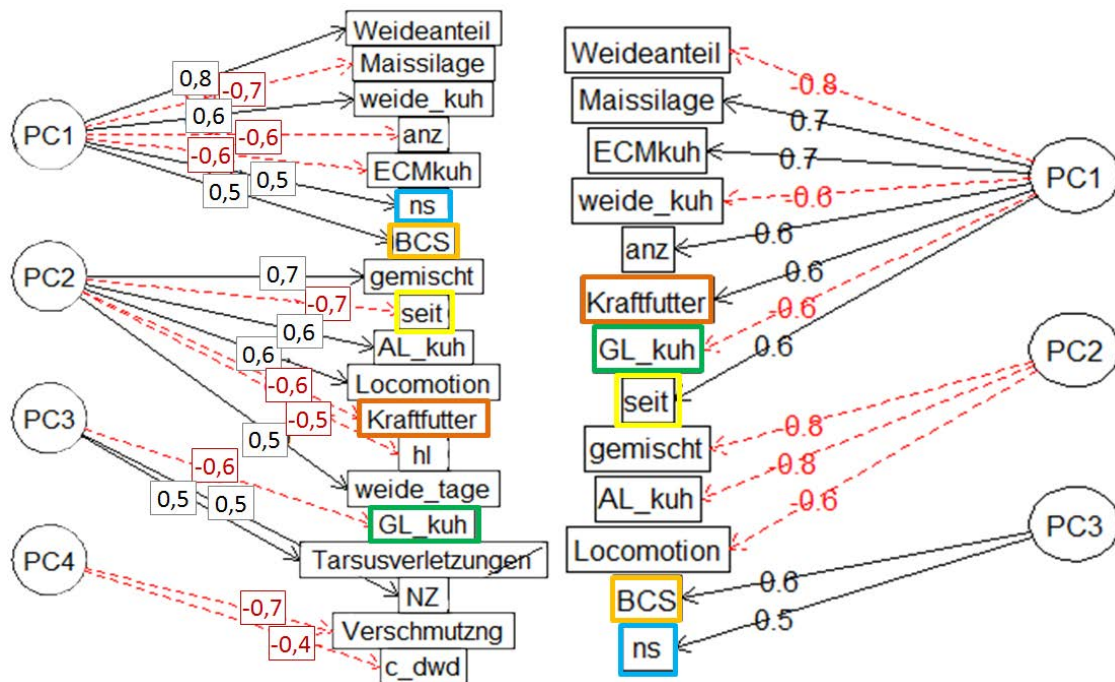


Abbildung 30: Faktorladungen der Variablen auf die Hauptkomponenten (PC) der beiden ausgewerteten Matrizen

Weideanteil: Weideanteil an Futterration, Maissilage: dichotome Variable Maissilage in der Ration ja/nein, weide_kuh: Weidefläche (ha) je Kuh, anz: Anzahl der Milchkühe, ECMkuh: Herdendurchschnitt der Milchleistung je Kuh und Jahr, ns: Mittlere jährlicher Niederschlag (mm), BCS: Anteil der Milchkühe mit einem optimalen Body-Kondition-Score, gemischt: dichotome Variable, noch andere Betriebszweige im Betrieb ja/nein, seit: Jahr der Umstellung zu ökologischer Bewirtschaftung, AL_kuh: Ackerfläche (ha) je Kuh), Locomotion: Anteil der Milchkühe mit einem guten Locomotion-Score, Kraftfutter: Kraftfutter und anderes energiereiches Futter als Kraftfutteräquivalente (EIII) dt/Kuh und Jahr, hl: Höhenlage des Betriebs über Meereshöhe, weide_tage: Anzahl der Tage mit Weidenutzung/Jahr, GL_kuh: Grünlandfläche (ha) je Kuh, Tarsusverletzungen: Anteil der Milchkühe mit einem guten Integument am Tarsus, NZ: Anteil der Milchkühe mit eingekreuzter Neuseeländer Genetik, Verschmutzung: Anteil der wenig verschmutzten Tiere, c_dwd: Durchschnittliche Jahrestemperatur.

Die höchste Faktorladung weist mit 0,8 in beiden Matrizen der Weideanteil auf. Mit 0,6 lädt die Weidefläche je Kuh ebenfalls in beiden Matrizen in etwas geringerer Intensität auf diese erste Hauptkomponente (PC1). Der inhaltliche Zusammenhang zwischen der Weidefläche als Voraussetzung für einen entsprechenden Weideanteil als Ration ist hier klar. In entgegengesetzter Richtung laden auf diesen ersten Faktor die Parameter Maissilage (0,7), Anzahl der Milchkühe (anz, 0,6) und Milchleistung (ECMkuh, 0,5/0,7). Im Vergleich zum Parameter Weideanteil bedeutet dieser Faktor, dass mit steigendem Weideanteil weniger Betriebe Maissilage einsetzen, eine geringere Milchleistung besteht und weniger Tiere gehalten werden.

Auf die Hauptkomponente 2 laden neben drei Variablen, die bei beiden Matrizen ausgewertet wurden, auch Variablen, die für Matrix 2 ausgeschlossen wurden. Die höchste Faktorladung weist die dichotome Variable „gemischt“ auf, die angibt, ob ein Betrieb neben Milchvieh und Acker-/Futterbau auch noch weitere Betriebszweige bewirtschaftet. Da in gleicher

oder nahezu gleicher Faktorladungsstärke auch die Ackerfläche je Kuh lädt, kann angenommen werden, dass dieser Faktor für die betriebliche Ausrichtung bzw. die Bedeutung des Milchviehs im betrieblichen Kontext steht. Überraschend ist, dass auf diesen Faktor auch der Locomotionscore, angegeben als Anteil nicht lahmer Tiere, lädt. Die weiteren Hauptkomponenten zeigen keine Übereinstimmung mehr zwischen den beiden Matrizen. In Matrix 1 laden der Anteil der Tiere mit eingekreuzter Neuseeländer Genetik und der Anteil nicht am Tarsus verletzter Tiere auf Hauptkomponente 3. Aufgrund der geringen Faktorladungen ist aus diesem Ergebnis jedoch nicht unbedingt ein klarer Zusammenhang zwischen den Variablen zu schlussfolgern. Genauso ist das gemeinsame Laden der Parameter Anteil der wenig verschmutzten Tiere und die Jahrestemperatur auf Hauptkomponente 4 in Verbindung mit einer geringen Faktorladung der Temperatur inhaltlich nicht eindeutig zu interpretieren. Jedoch ist auch zu beachten, dass die Jahrestemperatur mit nahezu identischer Faktorladung auch auf PC1 und PC2 lädt. Dieser Zusammenhang ist in dieser Abbildung jedoch nicht ersichtlich. Bei den farbig markierten Variablen ist auffällig, dass die beiden Parameter Body-Condition-Score und Jahresniederschlagsmenge gemeinsam von PC1 (Matrix 1) zu PC3 (Matrix 2) wandern. In Bezug auf die Weidehaltung könnte der Zusammenhang sein, dass mit steigenden Niederschlägen auch eine steigende Futterqualität zur Verfügung gestellt werden kann, die dazu führt, dass weniger über- bzw. unterkonditionierte Tiere in Erscheinung treten. Alle weiteren drei farbig markierten Variablen sind bei Matrix 1 der Hauptkomponente 2 bzw. 3, in Matrix 2 jedoch der Hauptkomponente 1 zugeordnet. Dies liegt darin begründet, dass sich die Ladungen der Variablen bei beiden Matrizen zwischen PC1 und PC2 nicht deutlich unterscheiden. Inhaltlich bedeutet dies, dass sie beiden Faktoren zugeordnet werden können. Im Hinblick auf Parameter, die für Beweidung relevant sein könnten ist interessant, dass weder die Grünlandfläche je Kuh, noch die Weidetage je Jahr mit dem Weideanteil in der Ration zusammen auf einen Faktor laden.

Im Folgenden werden die Faktoren bzw. in diesem Fall die Hauptkomponenten 1 und 2 der Matrix 1 als Vektoren in ein zweidimensionales Koordinatensystem eingetragen (Abbildung 31). Auf die Darstellung der Matrix 2 wird verzichtet, da die Richtungen der Vektoren nahezu identisch sind, jedoch mit weniger Parametern. Die Darstellung im Raum ermöglicht eine umfassendere Interpretation und offenbart Zusammenhänge, die bei der Betrachtung einzelner Faktoren nicht in Erscheinung treten.

Wie schon in der vorherigen Abbildung aufgezeigt, liegen Weideanteil und Maissilage-Einsatz, Milchleistung und Anzahl der Milchkühe in entgegengesetzter Richtung. Unter Einbeziehung der 2. Hauptkomponente wird nun darüber hinaus deutlich, dass der Parameter Weidefläche je Kuh eine andere Richtung aufweist als der Weideanteil. Die beiden Parameter Krafffutter und Jahr der Umstellung (seit) weisen ebenfalls eine leicht andere Richtung auf. Dies ist der Grund, weshalb sie in der vorherigen Gegenüberstellung unterschiedlichen Hauptkomponenten zugeordnet wurden. Demgegenüber deuten die Vektoren der Parameter Anteil der Neuseeländer Genetik und der Body-Condition-Score in die gleiche Richtung wie der Weideanteil. Jedoch unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer Stärke, die durch die Länge des Vektors dargestellt wird.

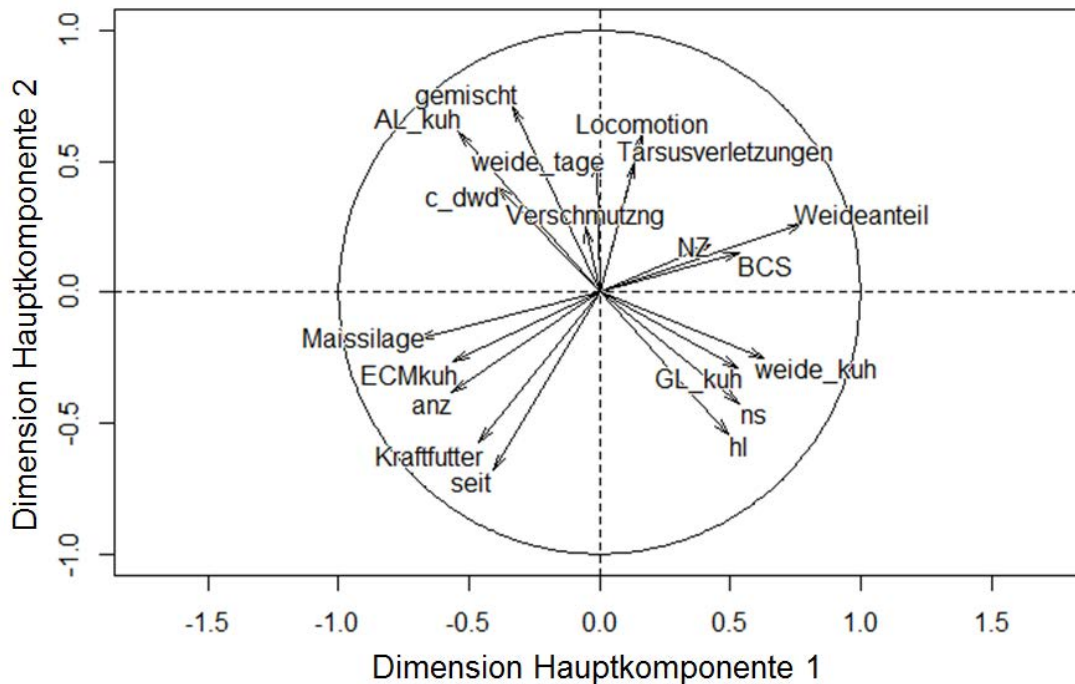


Abbildung 31: Zweidimensionale Darstellung der ersten und zweiten Hauptkomponente der Hauptkomponentenanalyse auf Basis des Datensatzes Matrix 1 (eigene Darstellung)

Erklärung der Kürzel siehe Abbildung 30

Etwa im rechten Winkel zum Weideanteil sind Ackerfläche je Kuh und die dichotome Variable „gemischt“ zu finden. Parallel erscheint auch der Vektor der Jahresdurchschnittstemperatur. Auffällig ist, dass die Vektoren der anderen klimatischen Variablen Höhenlage und Jahresniederschlagsmenge in entgegengesetzter Richtung stehen, wie auch die Variablen Grünlandfläche je Kuh und Weidefläche je Kuh. Die drei übrigen Vektoren der tierbezogenen Variablen (Verschmutzungen, Locomotion-Score und Tarsusverletzungen) weisen in eine andere räumliche Richtung. Interessant ist, dass zwischen den tierbezogenen Variablen in ähnlicher Richtung die Variable Anzahl der Weidetage dargestellt ist. Es ist also ein Zusammenhang zwischen Weidedauer und Lahmheits-, Verletzungs- und, in geringerem Umfang auch, Verschmutzungssituation zu vermuten. Die bivariaten Korrelationen mit den Korrelationskoeffizienten von 0,18, 0,08 und 0,14 stützen diese Vermutung jedoch nicht, sondern sie beruht rein auf der räumlichen Darstellung der Faktoren. Jedoch weist der Korrelationskoeffizient von 0,56 zwischen Locomotion-Score und Tarsusverletzungen auf einen Zusammenhang hin.

Auf Basis der negativen und positiven Beziehungen der Parameter zu den Hauptfaktoren in den beiden Datensätzen kann zusammengefasst werden. Hauptfaktor 1 steht relativ klar für den Zusammenhang und Gegensatz zwischen einer hohen Weideintensität (Weideanteil, Weidefläche bzw. GL/kuh) und einer hohen Produktionsintensität (Maissilagefütterung, Tieranzahl und Milchleistung). Damit wird deutlich, dass ein typische Intensivitätsparameter und Weideparameter sich entgegenstehen. Dies stimmt sowohl mit den Angaben aus der Systemanalyse (4.1.1) als auch mit der deskriptiven Unterteilung der Betriebe anhand des

Weideanteils Tabelle 26 überein. Es macht die hohe Relevanz des Weideanteils als Parameter der Weideintensität deutlich, wohingegen die Weidedauer mit dieser Hauptkomponente nicht korreliert und damit in diesem Kontext eine untergeordnete Rolle spielt. Der Parameter Kraftfutter ist ausschließlich bei der besseren Datenqualität bei der Produktionsintensität in diesen Zusammenhang einzuordnen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Einordnung des tierbezogenen Parameters BCS bei dieser Hauptkomponente. Nach dieser befinden sich mit steigender Weideintensität mehr Tiere in einer guten Körper-Kondition. Dies steht Untersuchungen entgegen, nach denen unter einer hohen Weideintensität vermehrt unterkonditionierte Tiere anzutreffen sind (March et al., 2017) und lässt ein auf den Tierbedarf angepasstes Fütterungs- und Weidemanagement der Projektbetriebe mit hoher Weideintensität vermuten.

Die Hauptkomponente 2 lädt deutlich auf die Parameter, Ackerfläche je Kuh und „gemischt“, die auf eine gemischte Zusammensetzung von Betrieben mit verschiedenen Betriebszweigen hindeutet. Eine entgegen gerichtete Zuordnung ist hier nicht so eindeutig. Tendenziell kann eine steigende Kraftfutterintensität und eine spätere Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung genannt werden. Diese Hauptkomponente beschreibt folglich insbesondere in welchem betrieblichen Umfeld die Milchviehhaltung erfolgt, d.h. mit vielen anderen Betriebsausrichtungen oder als alleiniger Produktionsschwerpunkt. Als tierbezogener Parameter spielt in diesem Kontext der Locomotionscore eine gewisse Rolle. Mit zunehmender „Gemischtheit“ des Betriebs, nimmt der Anteil der lahmen Tiere ab. Diese Beziehung könnte jedoch auch indirekt über den Parameter Weidedauer entstehen, der aber ausschließlich in einem Datensatz beachtet werden konnte.

Die dritte und vierte Hauptkomponente stimmen im Abgleich der beiden Datensätze nicht überein. Da damit deren allgemeine Relevanz begrenzt ist, soll hier nur kurz darauf hingewiesen werden, dass in diesem Bereich sowohl klimatische Parameter (Niederschlag, Temperatur und Höhenlage) als auch tierbezogene Parameter Zusammenhänge andeuten.

Die Faktorladungen der Hauptkomponente 1 und 2 können auch den einzelnen Betrieben zugeordnet und grafisch dargestellt werden (Abbildung 32). Zur Unterscheidung der Weideintensität und anderer Parameter werden die Betriebe unterschiedlich farblich markiert. Es zeigt sich, dass Betriebe mit geringer Beweidung deutlich von Hauptkomponente 1 im negativen Bereich eingeordnet wurden. Im Gegensatz dazu sind die weiteren Weideintensitätsstufen nicht so klar nach der Hauptkomponente 1 aufsteigend sortiert und streuen stark. Bei Hauptkomponente 2 ist eine Zweiteilung auffällig. Als „gemischt“ markierte Betriebe, d.h. Betriebe mit weiteren Betriebszweigen außer Milchvieh und Acker-/Futterbau sind im Wertebereich 0,5 bis 1,7 zu finden. Ihnen räumlich gegenüber liegen alle konventionellen Betriebe im Bereich von -1,2 bis -2,1. Diese Zuordnung der konventionellen Betriebe kann jedoch nicht ausschließlich dadurch erklärt werden, dass sie keine weiteren Betriebszweige aufweisen, denn auch alle anderen Betriebe haben diese betriebliche Ausrichtung. Der Zusammenhang kann hier folglich nicht abschließend erklärt werden.

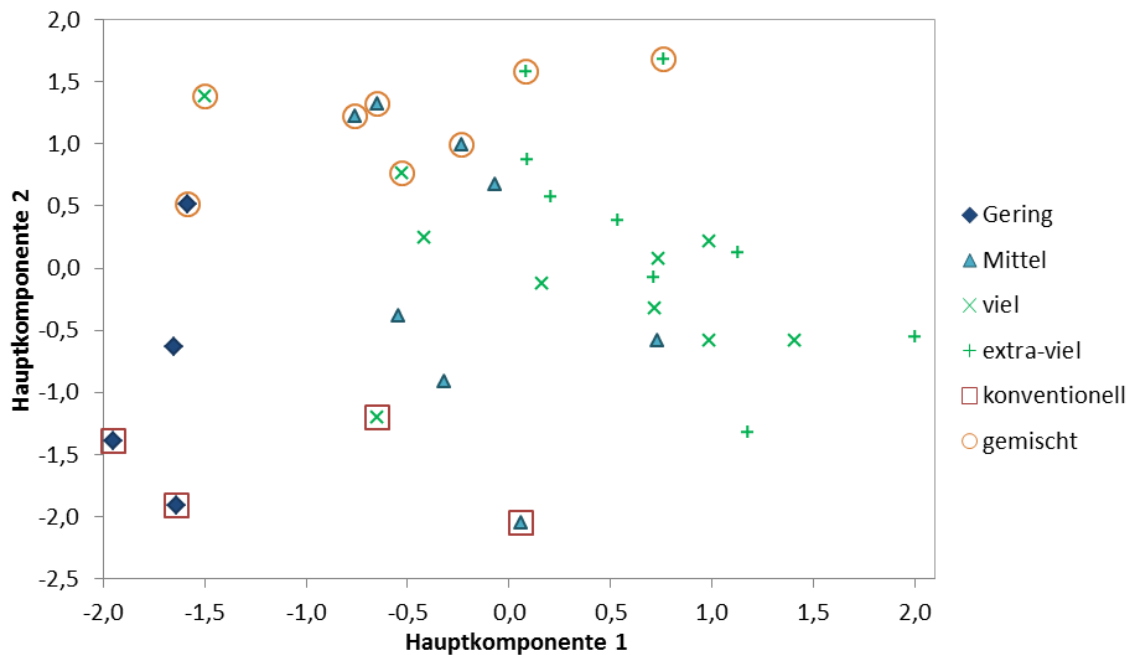


Abbildung 32: Grafische Darstellung der Betriebe in Bezug auf die ersten beiden Hauptkomponenten, unterteilt nach Weideintensität (gering, mittel, viel extra-viel)

Erklärung der Weideintensitäten siehe Tabelle 25

4.1.3.2 Clusteranalyse der Betriebe

Mit einer Clusteranalyse können Subjekte (hier Betriebe) zu Gruppen (Clustern) zusammengefasst werden, die in ausgewählten Merkmalen besonders ähnlich sind, während sich die verschiedenen Cluster in ihren Eigenschaften möglichst unterscheiden. Zur Ableitung der Cluster wird das hierarchische, agglomerative Ward-Verfahren eingesetzt. Dieses Verfahren bietet sich an, da es als exploratives Verfahren keine Anzahl möglicher Gruppen vorgibt.

Für die Klassifizierung in Cluster wurden zwei verschiedene Datensätze verwendet. Zum einen wurde ein Gesamt-Datensatz mit allen 31 Betrieben und 22 Variablen gebildet. Ein weiterer Datensatz wurde mit weiteren kategorialen Daten und Daten der Landwirtschaftskammer auf insgesamt 43 Variablen ergänzt. In diesem Datensatz sind jedoch nur 21 Betriebe enthalten, da für konventionelle Betriebe und einige andere Projektbetriebe diese detaillierten Daten nicht vorliegen. Basierend auf der hohen Variablenzahl werden sowohl ein Gesamt-Cluster als auch 4 themenspezifische Teilbereich-Cluster erstellt.

Das Ward-Verfahren ist für unkorrelierte Variablen metrischen Skalenniveaus geeignet, wenn keine Ausreißer vorliegen. Die Z-Transformierung ermöglicht es neben metrischen Variablen auch dichotomen Parameter in die Auswertung miteinzuschließen. Eine Übersicht über die Variablen und deren Skalierung befindet sich im Anhang. Um einen unkorrelierten Datensatz zu erhalten, sollen hohe Korrelation ($> 0,9$) zwischen zwei Variablen ausgeschlossen werden. Es wurde eine Korrelation von 0,9 zwischen dem Grünlandanteil und dem Klee grasanteil an der Gesamtfläche identifiziert. Da Grünland relevanter für den Schwerpunkt Weide ist, wurde auf die Variable Klee grasanteil verzichtet.

Als Optimierungskriterium wird das Distanzmaß, genauer die euklidische Distanz, verwendet. Diese ist eine der am häufigsten verwendeten Distanzmaße. Aufgrund der Sensitivität gegenüber Ausreißern wird eine vorab Clusteranalyse nach dem Single-Linkage Verfahren durchgeführt, um Ausreißer ggf. anhand des Dendrogramms ausschließen zu können. Mit dem Single-Linkage Verfahren könnten im ersten Datensatz „Gesamtcluster“ 3 potentielle Ausreißer definiert werden. In den Dendrogrammen wurden die Betriebe mit dem Kürzel ihrer Weideintensität (g: gering, m: mittel, v: viel, x: sehr viel) (vgl. Kapitel 4.1.2), gefolgt von einer durchlaufenden Nummerierung aufgeführt. Die vier konventionellen Betriebe wurden im Anschluss an dieses Kürzel mit einem „k“ markiert. So konnte festgestellt werden, dass es sich um drei der vier konventionellen Betriebe mittlerer und geringer Weideintensität handelt. Da durch die Analyse des zweiten Datensatzes schon eine Auswertung ohne konventionelle Betriebe durchgeführt wird, wurde bei dem ersten Datensatz aus inhaltlichen Überlegungen auf die Entfernung von Ausreißern verzichtet. Im Datensatz 2 zeigte sich ein Projektbetrieb mittlerer Weideintensität im Gesamt-Cluster als Ausreißer und wurde entfernt, so dass die End-Stichprobengröße bei 20 liegt.

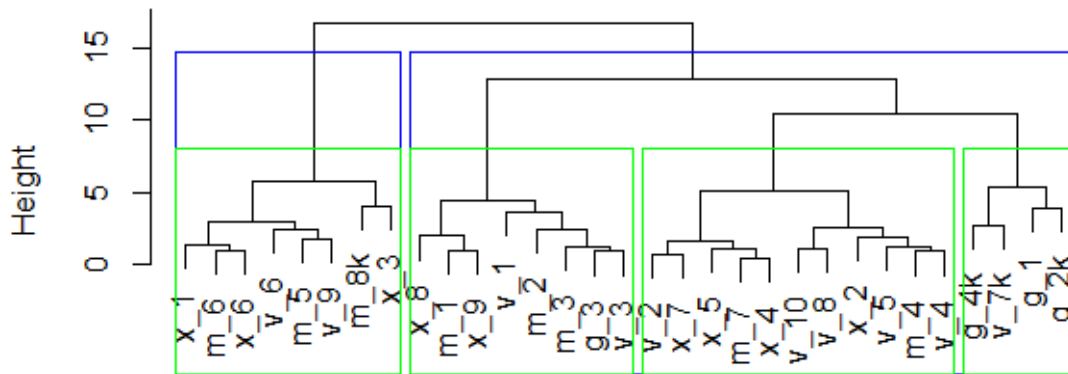
Auf die Bestimmung einer Clusteranzahl und eine statistische Absicherung vor der Analyse wurde verzichtet, da ein exploratives Vorgehen gewählt wurde. Zur Übersicht wurden Dendrogramme erstellt und den identifizierten Clusterlösung produktionstechnische Daten als Mittelwert gegenüber gestellt.

Im Folgenden werden die Dendrogramme des großen Datensatzes (n=31) im Detail vorgestellt. Dafür wurden die Betriebe ebenfalls mit dem beschriebenen Kürzel der Weideintensität und einer durchlaufenden Nummer versehen. Insgesamt ist eine relativ heterogene Verteilung der unterschiedlichen Weideintensitäten festzustellen. Ausschließlich bei der Weideintensität „gering“ gruppieren sich die Betriebe sich, teilweise in Verbindung mit den konventionellen Betrieben, in einem Cluster nebeneinander.

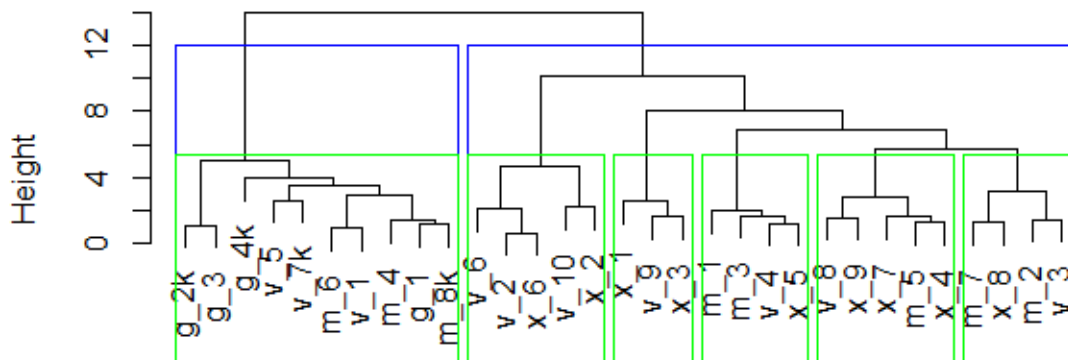
In Abbildung 33 werden Dendrogramme der vier thematischen Teilbereiche dargestellt. Es wird jeweils eine 2-Clusterlösung (blau) und eine weitere Untergliederung (grün) der Clusterlösung markiert. Damit können nach Themen untergliedert die unterschiedlichen Gruppierungen verglichen werden. Bei den Betriebsparametern (1) zeigt sich ganz rechts ein deutlicher Zusammenschluss von 3 Betrieben der Weideintensität „gering“, von denen zwei konventionell wirtschaften. Dazu ist ein weiterer konventioneller Betrieb mit viel Weide in das Cluster eingebunden. Die weiteren Clusterbereiche sind gemischt.

Zu den tierspezifischen Themen (2), insbesondere der Fütterung haben sich alle Betriebe mit einer geringen Weideintensität, alle konventionellen Betriebe, sowie jeweils 3 Betriebe mit viel und sehr viel Weide gruppiert.

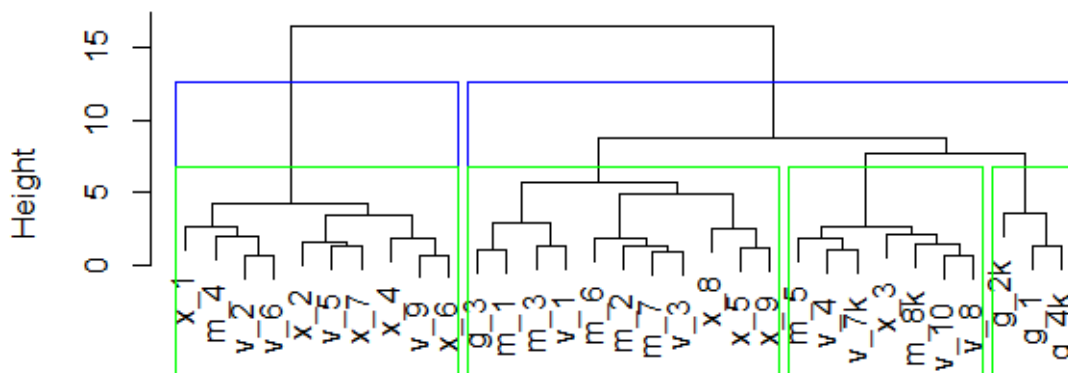
Themenbereich 1: Betriebsparameter



Themenbereich 2: Tiere und Fütterung



Themenbereich 3: Weide



Themenbereich 4: Tierparameter

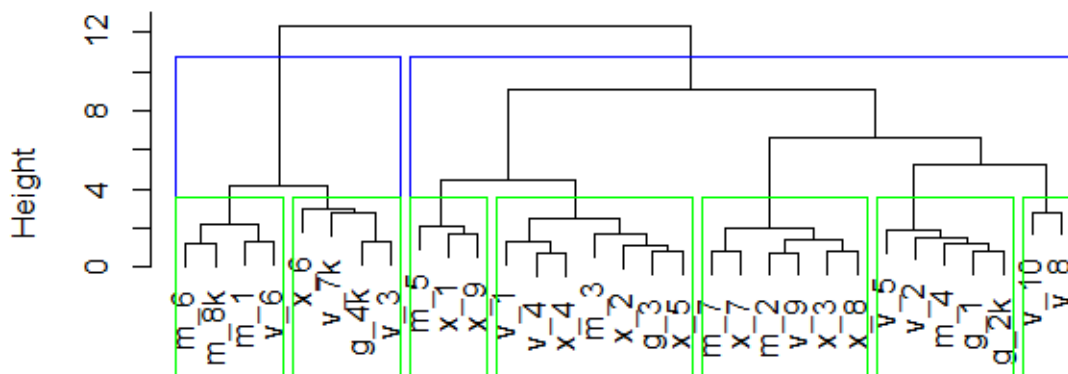


Abbildung 33: Thematische Cluster-Dendrogramme der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=31)

Basierend auf den weidespezifischen Parametern (3) hat sich ein Cluster gebildet, welches aus viel und sehr viel weidenden Betrieben besteht, mit der Ausnahme von einem mittel weidenden Betrieb. In der Mitte des Dendrogramms zeigt sich eine vermehrte Ansammlung an Betrieben der Weideintensität Mittel, während sich auf der rechten Seite drei der vier gering weidenden Betriebe gruppiert haben. Bei dem Clusterlösungen zu den Tierparametern (4) zeigen sich keine eindeutigen Trends einer Gruppierung der Weideintensitäten.

Das Gesamt-Dendrogramm des ersten Datensatzes in Abbildung 34 zeigt mögliche Gruppierungen von 2 (gelb), 3 (blau) oder 4 (grün) Clusterlösungen. Aufgrund der Platzierung der Betriebe mit einer geringen Beweidung, wurde eine 3 Clusterlösung zur genaueren Beschreibung gewählt.

Im Folgenden werden ausgewählte Parameter der betrieblichen Ausstattung der 3 Clusterlösung im Vergleich dargestellt. Die Cluster unterscheiden sich deutlich in der Anzahl der Betriebe (Cluster 1 (links): 10, Cluster 2 (Mitte): 5 und Cluster 3 (rechts): 16 Betriebe). Auffällig ist, dass alle konventionellen Betriebe dem mittleren Cluster zugeordnet sind. Die Betriebe des Clusters 2 sind im Mittel mit 128 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und 132 Milchkühen deutlich größer als die Betriebe in Cluster 1 (93 ha, 55 Tiere) und Cluster 3 (98 ha, 73 Tiere). Bei der Flächenausstattung sind die Spannen in allen drei Clustern groß, bei der Tierzahl etwas geringer. Die Spanne des Umstellungszeitpunkts der Betriebe ist in den beiden Clustern 1 und 3 gleich weit verteilt. Alle Betriebe mit weiteren Betriebszweigen (8) sind in Cluster 1 zu finden. Die Standortdaten von Cluster 1 unterscheiden sich von den beiden anderen Clustern. Alle Betriebe liegen unter 100 Meter über NN, mit einer durchschnittlichen Höhenlage von 40 Metern, es ist im Durchschnitt etwas wärmer und es regnet im Durchschnitt etwas weniger.

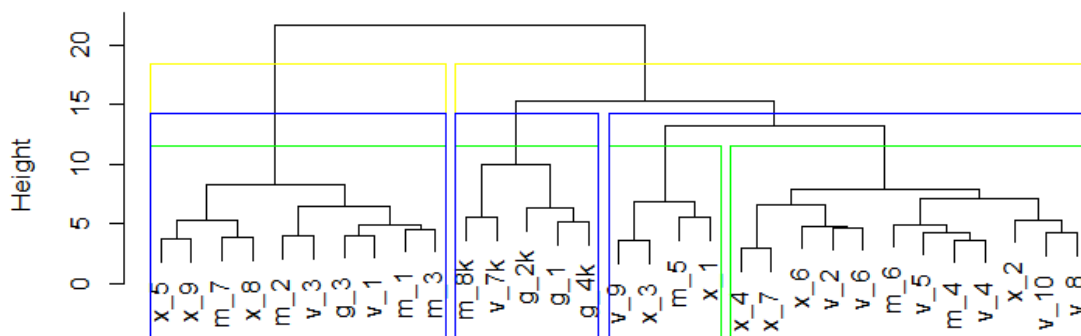


Abbildung 34: Gesamtcluster-Dendrogramm der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=31)

Die Milchleistung steigt im Mittel von Cluster 3 (6300 kg) über Cluster 1 (6700 kg) zu Cluster 2 (7500 kg) an. Die Krafftuttermenge je Tier weicht im Mittel wiederum in Cluster 2 mit 23 dt enorm von Cluster 1 (10,2 dt) und Cluster 3 (11,1 dt) ab. Der Anteil an Tieren mit eingekreuzter Neuseeländer Genetik ist erwartungsgemäß bei den Projektbetrieben mit einer geringen Milchleistung (Cluster 1 und 3) mit ca. 20 % Anteil an der Herde höher als in Cluster 2 (7 %).

Die Grünland-Fläche je Kuh ist in Cluster 3 mit 1,1 ha deutlich größer als in den anderen beiden Clustern (0,6 und 0,7 ha/Kuh). Die Ackerfläche je Kuh ist in Cluster 1 (1,0 ha/Kuh) deutlich größer an in den anderen beiden Clustern (0,3 ha / Kuh). Weitere Weideparameter sind in Tabelle 28 aufgeführt.

Tabelle 28: Weideparameter (Mittelwerten (Minimum, Maximum)) der drei Clusterlösungen

	Grünland- Anteil (%)	Weideanteil* in Ration (%)	Weide (ha) je Betrieb	Weide (ha) je Kuh	Weidedauer im Jahr (in Tagen)
Cluster 1 (Mittelwert min.-max.)	35 (10-50)	66 (30-100)	12,3 (7-18)	0,25 (0,1-0,4)	235 (198-280)
Cluster 2 (Mittelwert min.-max.)	69 (10-100)	39 (12-80)	32,6 (18-55)	0,28 (0,2-0,4)	203 (167-230)
Cluster 3 (Mittelwert min.-max.)	82 (50-100)	78 (55-95)	35,0 (9-56)	0,50 (0,2-0,9)	212 (176-260)
Mittel	0,65	67,6	27,3	0,38	218

* Anteil des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) zwischen Mai und Oktober

Der Grünlandanteil und die Weide (ha) der Betriebe liegt bei Cluster 2 und 3 höher als bei Cluster 1. Der Weideanteil an der Sommer-Ration und die Weidedauer ist mit 39 % bei Cluster 2 besonders gering, während beide anderen Cluster höhere Anteile (66 und 78 %) aufweisen. Die Weidefläche je Kuh ist bei Cluster 1 und Cluster 2 nur halb so groß ist wie bei Cluster 3.

Die tiergezeugenen Einzelparameter weichen im Mittel zwischen den Clustern nur geringfügige Unterschiede von 10 bis 20 % auf. Der Anteil der „gesunden“ Tiere in der Reihenfolge Cluster 2; Cluster 3; Cluster 1, mit Ausnahme des BCS zu (Locomotion: 78 %; 86 %; 92 %, Verschmutzung: 59 %; 67 %; 70 %, Tarsus-Integument: 56 %; 67 %; 75 % und BCS: 64 %; 76 %; 72 %).

Zusammenfassend lassen sich die Cluster folgendermaßen charakterisieren. Cluster 1 setzt sich aus Betrieben mit Acker- bzw. Futterbau und ggf. anderen Betriebszweigen zusammen. Sie zeichnen sich durch einen halb so hohen betrieblichen Anteil an Grünland und eine dreimal so hohe Ackerfläche je Milchkuh aus. Es werden im Vergleich zu den anderen Clustern weniger Tiere gehalten und eine mittlere Milchleistung erzielt. Dieser Betriebstyp könnte also **Gemischtbetrieb mit Acker-/Futterbauausrichtung** bezeichnet werden. In Cluster 2 sind flächenstarke Betriebe, die zum Großteil konventionell wirtschaften zu finden. Sie zeichnen sich durch eine hohen Tierbesatz, hohe Milchleistung und eine hohe Krafffuttergabe aus. Die betriebliche Ausstattung an Weide ist absolut betrachtet ebenfalls umfangreich, jedoch aufgrund der großen Tierzahl ist der Umfang bezogen auf das Einzeltier gering. Von den anderen Clustern hebt sich dieses Cluster durch einen deutlich geringeren Weide-Rationsanteil ab. Die anderen Cluster weisen einen doppelt oder dreifach so großen Weide-Rationsanteil auf. Der Betriebstyp ist dementsprechend ein **großer Betrieb mit intensiver Milchviehhaltung**, d.h. hoher Krafffutterintensität und

Milchleistung und mit geringem Weidegras-Anteil in der Futtermittelration. Cluster 3 weist bei einer mittleren Tierzahl die geringste Milchleistung aus. In diesem Cluster sind gute Bedingungen mit einer doppelt so hohen Grünlandausstattung wie die anderen Cluster gegeben. Es werden auch die Mindestanforderungen für Vollweide aus der Literatur von 0,3 bis 0,6 ha Weidefläche pro Kuh (Steinwider und Starz, 2015) im Mittel erfüllt. Im Detail erfüllen diese Vorgabe nur 2 der 16 Betriebe nicht. Somit können diese Betriebe im Mittel nahezu 80 % ihrer Sommerration aus Weidegras decken. Mit einem Mindestanteil von 55 % bis 95 % Weidegras in der Sommer-Futtermittelration, kann hier als Betriebstyp von einem **intensiv weidenden Betrieb bzw. Vollweidebetrieb** gesprochen werden.

Für eine ökonomische Beurteilung der Betriebstypen liegen für einige Betriebe ökonomische Kennzahlen vor. Dies ermöglicht die ökonomische Einschätzung der identifizierten Produktionssysteme. Als Kennzahl wurde die Vollkostendeckung im Wirtschaftsjahr der Untersuchung (2013/14) und als langjähriges Mittel (2005 bis 2013) gewählt, die je nach Cluster bei drei bis sechs Betrieben vorliegt. Es zeigen sich nur sehr geringe Unterschiede zwischen den ökonomischen Ergebnissen der Produktionssysteme. Dies kann darin begründet sein, dass die Betriebe nicht gezielt danach ausgewählt werden konnten, ob sie tatsächlich das Cluster und damit den Betriebstyp, für den sie hier stehen, repräsentieren. Zum anderen ist der Stichproben-Umfang nicht groß genug, um einzelbetriebliche Effekte auszuschließen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die betriebswirtschaftliche Kennzahl Vollkostendeckung ausschließlich auf den Betriebszweig Milchvieh inklusive Nachzucht bezieht. So liegen insbesondere für Betriebe mit weiteren Betriebszweigen keine ökonomischen Informationen zum Gesamtbetrieb vor. Es lässt sich auch in Bezug auf die Milchviehhaltung zu dieser Analyse keine Aussage hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der beschriebenen Betriebstypen ableiten. In der Analyse zu Wirtschaftlichkeit (Kapitel 4.2) werden jedoch Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit von Weidebetrieben umfangreich dargestellt. Jedoch werden dort nicht die hier identifizierten Betriebstypen verwendet.

Tabelle 29: Wirtschaftlichkeit der Betriebstypen-Cluster anhand der Vollkostendeckung

Cluster mit kurzer Betriebstyp-Bezeichnung	Vollkostendeckung im Wirtschaftsjahr 2013/14	Langjähriges Mittel der Vollkostendeckung
Cluster 1: „Gemischtbetrieb“	86,4%	90,1%
Cluster 2: „Großer Intensivbetrieb“	88,4%	90,1%
Cluster 3: „Vollweide- Betrieb“	82,5%	88,0%
Mittel	87,3%	89,5%

Mit dem zweiten, ergänzten Datensatz der kleineren Stichprobe ausschließlich ökologischer Betriebe, können noch weitere Detailinformationen ausgewertet werden. Bei diesem Datensatz könnten zwei Cluster (n=14 und n=6) identifiziert werden (Abbildung 35). Eine weitere Aufteilung erscheint nicht sinnvoll, da bei einer Dreiteilung ein Cluster nur aus drei Betrieben bestehen würde. In Unterscheidung zu den anderen Clusterlösungen werden sie Cluster A (n=14) und Cluster B (n=6) genannt.

Die Betriebe der beiden Cluster weisen keine Unterschiede hinsichtlich der Ausstattung mit landwirtschaftlicher Nutzfläche (100 ha und 104 ha) und Milchkühen (71 und 74) auf. Die Ackerfläche je Kuh ist jedoch in Cluster A im Durchschnitt mit 0,76 ha deutlich größer als in Cluster B mit nur 0,17 ha. Der Grünlandanteil und der Weide-Rationsanteil unterscheiden sich im Mittel ebenfalls zwischen den Clustern.

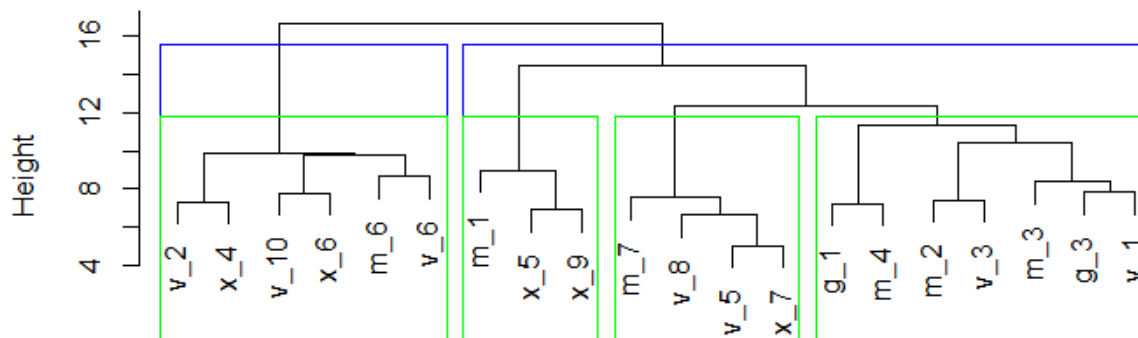


Abbildung 35: Gesamtcluster-Dendrogramm der Projektbetriebe mit unterschiedlichen Clusterlösungen und Kennzeichnung unterschiedlicher Weideintensitäten (n=20)

Die genauen Werte und weitere weidebezogenen Parameter sind in Tabelle 30 aufgeführt. Alle Weideparameter, mit Ausnahme der Weidedauer, weisen bei Cluster B höhere Werte auf, als bei Cluster A. In Anlehnung an das vorherige Cluster 3 kann bei Cluster B von einer intensiven Beweidung als Betriebstyp ausgegangen werden. In Cluster A sind 7 der 16 Betriebe „gemischt“, d.h. bewirtschaften auch noch weitere Betriebszweige außer Milchvieh und Acker-/Futterbau. In Verbindung mit der im Mittel hohen Ackerflächenausstattung je Kuh in Cluster A sind in diesem Cluster tendenziell eher gemischt betrieblich ausgerichtete Betriebe und keine spezialisierten Weidebetriebe anzutreffen. Die Spanne ist in diesem Cluster aber besonders hoch, so sind auch hier Betriebe mit einem Weide-Rationsanteil von 100% enthalten.

Tabelle 30: Weideparameter der Zwei-Clusterlösung

	Grünland-Anteil (%)	Weideanteil* in Ration (%)	Weide (ha) je Betrieb	Weide (ha) je Kuh	Weidedauer im Jahr (in Tagen)
Cluster A (Mittelwert min.-max.)	60 (30-100)	62 (12-100)	22,8 (7-50)	0,33 (0,1-0,6)	225 (183-280)
Cluster B (Mittelwert min.-max.)	88 (60-98)	77 (47-95)	37,7 (25-56)	0,57 (0,3-0,9)	216 (176-245)
Mittel	0,65	66,70	27,3	0,40	222

* Anteil des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) zwischen Mai und Oktober

Die weiteren Details erweitern das Bild der Cluster. Alle reinen Heumilchbetriebe sind Cluster B zugeordnet. Die energie- und fettkorrigierte Milch aus Raufutter (anteilige Berechnung) zeigt jedoch keine Unterschiede zwischen den beiden Clustern. Mit Kraffutterstationen sind in beiden Clustern ca. 60-70 % der Betriebe und in beiden Clustern füttern jeweils zwei

Betriebe eine Totale-Mischration (TMR). Als Stallsystem haben alle Betriebe in Cluster B einen Boxenlaufstall mit einem Spaltenbereich, in Cluster A sind es etwa 70 % der Betriebe mit Boxenlaufstall und ca. 40 % mit Spaltenbereich als Bodenbelag. Dem gegenüber setzen Betriebe in Cluster A deutlich häufiger Langstroh ein und weisen zum Großteil (70 %) einen Tiefstreubereich auf. Zuchtbullen werden in beiden Clustern auf ca. 80% der Betriebe eingesetzt. Tiere mit Hörnern sind nur auf einem Betrieb in Cluster B, jedoch auf 5 Betrieben in Cluster A vorzufinden. Präventive Maßnahmen im Tiergesundheitsbereich werden in Cluster B deutlich weniger umgesetzt. Im Detail werden auf über 70 % der Betriebe in Cluster A die Klauen mindestens einmal im Jahr geschnitten, in Cluster B sind dies nur 50 %. Ebenfalls 50 % der Betriebe in Cluster B melken die Tiere vor dem Melkvorgang vor und desinfizieren die Zitzen. In Cluster A führen diese Tätigkeiten 90 % bzw. 80 % der Betriebe durch. Die Lebensleistung der Tiere liegt im Mittel der Betriebe bei Cluster A höher als bei Cluster B (30.200 zu 26.400).

Unabhängig von der Weidenutzung wurden von Ivemeyer et al. (2017) vier Betriebstypen (Major farm types: MFT) ökologischer Milchviehbetriebe in Deutschland identifiziert. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich der Tierzahl (unter 36 Tiere, 36-70 Tiere, mehr als 70 Tiere) und Milchleistung (unter 5.900, unter 7.000, über 7.000kg). Ein weiteres Unterscheidungskriterium stellte die Region dar. Hier beschreibt Süddeutschland als typisches regionales Merkmal einen eigenen Betriebstyp. Da im vorliegenden Projekt nur drei süddeutsche Betriebe beteiligt waren, zeigte sich hier die regionale Zugehörigkeit nicht als ausschlaggebender Parameter. Interessant ist, dass sich bei den MFT auch das Weide- und Fütterungsmanagement unterscheidet, die mit den vorliegenden Ergebnissen verglichen werden. MFT „A“ mit mittelgroßen Betrieben zeigt einen ähnlichen Anteil an Grünland wie in Cluster 1 des vorliegenden Forschungsprojekts (MFT „A“: 38,7% und Cluster 1: 35%). Darüber hinaus weist dieser MFT einen hohen Anteil selbst aufgezogener Bullenkälber auf, was auf einen Betriebszweig Mast hinweist. Hier könnte folglich ebenfalls einen Betriebstyp „Gemischtbetrieb“ (Cluster 1) abgebildet sein. Im Gegensatz zu Cluster 1 weist der MFT „A“ jedoch eine hohe Weidefläche je Kuh auf (MFT „A“: 0,53 ha und Cluster 1: 0,25 ha) und eine hohe Weidedauer von 14 Stunden auf. Eine geeignete Weideausstattung weist auch der MFT „B: kleine Betriebe, Milchleistung niedrig“ mit ca. 50% Grünland, ca. 0,7 ha Weidefläche je Kuh und nahezu 15 Stunden Weidedauer je Tag auf. Jedoch bedeuten sowohl ein hoher Grünlandanteil als auch eine hohe Weideflächenausstattung und eine lange Weidedauer je Tag nicht unbedingt, dass es sich um ein Weide- oder sogar Vollweide-Betriebssystem handelt. Da zu den MFT keine Angaben über einen Weide-Rationsanteil vorliegen, lässt sich nicht klären, welche Weidestrategie in der Realität verfolgt wird.

4.1.3.3 Einzeltiercluster

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Erstellung der Einzeltiercluster beschrieben. Die einzeltierbezogenen Tiergesundheitsparameter, die durch den Projektpartner Tierzucht (TZKS) auf den Projektbetrieben erhoben wurden, bieten die Möglichkeit auch auf Tierzebene Ähnlichkeitsstrukturen zu untersuchen. Die Einzeltierdaten wurden vom Projektpartner TZKS mit Daten der monatlichen Milchleistungsprüfung (ebenfalls Einzeltierdaten) verknüpft (vgl. Kapitel 3.3). Die sich ergebenden Cluster können mit den tierindividuellen

genetischen Abstammungs-Informationen (HF-Vergleichsgenetik (HF_DEU), Angler-Genetik, Weidegenetik deutsch (HF_DEU_weide) und Weidegenetik Neuseeland (HF_NZ)) und der Weideintensität der Betriebe ergänzt und abgeglichen werden.

Für diesen innovativen Ansatz wurde ein Datensatz von 3177 vollständigen Einzeltierdatensätzen mit den Parametern Body-Condition-Score (als ja/nein Kriterium), Locomotionscore, Verschmutzungsscore (als Mittel über vier Körperpartien), Integument, Laktationsanzahl und Milchleistung (305-Tage-Leistung) identifiziert. Tiere, die bei mehreren Betriebsbesuchen wiederholt beurteilt wurden, wurden in die Analyse als eigenständige Datensätze eingeschlossen. Dies ist hier möglich, da die Bewertung und die Laktationsanzahl sich zwischen den beiden Datensätzen unterscheidet und so als eigenständige „Kuh“ gewertet werden können. Das Vorgehen des Clusters entspricht dem im vorhergehenden Clustern der Betriebe. Eine Kuh wurde als Ausreißer identifiziert und entfernt, so dass schließlich 3176 Tierdatensätze ausgewertet werden konnten.

Basierend auf dem Datensatz ergibt sich das Dendrogramm in Abbildung 36. Es wurden beispielhaft Clusterlösungen von 3, 9 und 18 Clustern farblich markiert und weiter ausgewertet. Es zeigen sich unterschiedlich breite Cluster, die sich in der Anzahl der Tiere widerspiegeln (Tabelle 31). Werden die Ergebnisse der drei Cluster mit den jeweils enthaltenen genetischen Informationen der Tiere unterteilt, zeigen sich Unterschiede zwischen in der Verteilung der Genetiken.

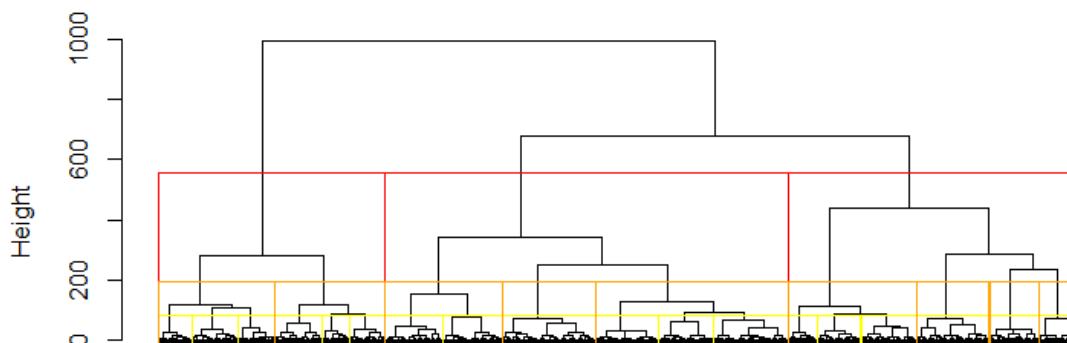


Abbildung 36: Kuhcluster-Dendrogramm (n=3176)

Die Vergleichsgenetik, d.h. die übliche HF-Genetik, verteilt sich auf alle drei Cluster in ähnlichen Anteilen von 25 % bis 42 %. Alle anderen drei Genetiken weisen in Cluster 1 deutlich geringere Anteile auf. Tiere der Neuseeländer Weidegenetik sind zu 76 % dem Cluster 3 zugeordnet. Bei einer Aufteilung in 9 Cluster zeigt sich ebenso, dass der Großteil der Tiere der Neuseeländer Genetik in einem Cluster (Cluster 4: 62 %) aufzufinden sind. Die anderen Genetiken sind jeweils nur bis maximal 35 % in einem Cluster vertreten.

Die Bedeutung des Weide-Rationsanteils im Kontext der Cluster-Aufteilung der Milchkühe soll in Abbildung 37 dargestellt werden. Hier sind alle Einzeltiere mit farblicher Markierung ihrer Cluster-Zugehörigkeit aufgeführt. Es zeigt sich, dass der Weideanteil keinen bedeutenden Einfluss auf die allgemeine Clusterbildung spielt. Jedoch spiegeln sich die Ergebnisse aus Tabelle 31 wieder, dass nahezu alle Tiere aus Cluster 8 aus den konventionellen

Vergleichsbetrieben (Weideanteil = 0) stammen und bei höheren Weideanteilen nicht vertreten sind.

Tabelle 31: 3-Cluster und 9-Clusterlösung der Gruppierung der Kühe unter Angabe der Verteilung der Genetiken (absolut und relativ)

	Vergleichs-genetik (HF)		Angler		Deutsche Weidegenetik		Neuseeländer Weidegenetik		Gesamtergebnis
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	
Cluster 1	734	25%	4	15%	35	19%	10	12%	783
Cluster 2	925	32%	11	41%	53	29%	11	13%	1000
Cluster 3	1221	42%	12	44%	95	52%	65	76%	1393
Gesamt	2880	100%	27	100%	183	100%	86	100%	3176
1. Cluster	370	13%	2	7%	10	5%	1	1%	383
2. Cluster	364	13%	2	7%	25	14%	9	10%	400
3. Cluster	209	7%	6	22%	31	17%	7	8%	253
4. Cluster	543	19%	6	22%	64	35%	53	62%	666
5. Cluster	290	10%	1	4%	21	11%	12	14%	324
6. Cluster	388	13%	5	19%	10	5%	0	0%	403
7. Cluster	155	5%	5	19%	8	4%	2	2%	170
8. Cluster	430	15%	0	0%	10	5%	2	2%	442
9. Cluster	131	5%	0	0%	4	2%	0	0%	135
Gesamt	2880	100%	27	100%	183	100%	86	100%	3176

Durch die farbliche Darstellung zeigt sich allgemein die Tendenz, dass auf den Weidebetrieben eher Tiere aus den Cluster 1-6 vertreten sind. Die Milchleistung zeigte hier keine beschreibbare Tendenz.

Mit dieser Auswertung wurde erstmals dargestellt, dass die Cluster, basierend auf den verwendeten Parametern, unterschiedliche Anteile der verschiedenen Genetiken aufweisen. Je nach Clusteranzahl erfolgte dies in unterschiedlicher Form und Intensität. Mit dieser Darstellung konnte gezeigt werden, dass eine Clusteranalyse, in der Tiere als Subjekte verwendet werden, hinsichtlich des Vorgehens und der Gewinnung von Ergebnissen als innovative Auswertungsmethode grundsätzlich gut einsetzbar ist.

Allerdings zeigen sich keine deutlichen Effekte, die für die hier anliegende Fragestellung Aussagekraft hätten. Dies kann insbesondere durch die geringe Stichprobe bei einzelnen Genetiken, wie dem Neuseeländer Genetik, begründet sein. In Zukunft könnte diese Methode jedoch verwendet werden, um Tiere hinsichtlich ihrer Ähnlichkeitsstruktur und Gruppenzugehörigkeit genauer zu analysieren. Hier könnten einzelne Cluster hinsichtlich ihrer Zusammensetzung genauer untersucht werden. So könnten Genotypen und Abstammungen oder auch (Teil-)Zuchtwerte und ausgewählte Einzeltier-Leistungsparameter aus der Milchleistungsprüfung sowie Indikatoren mit Bezug auf die Tiergesundheit Beachtung finden.

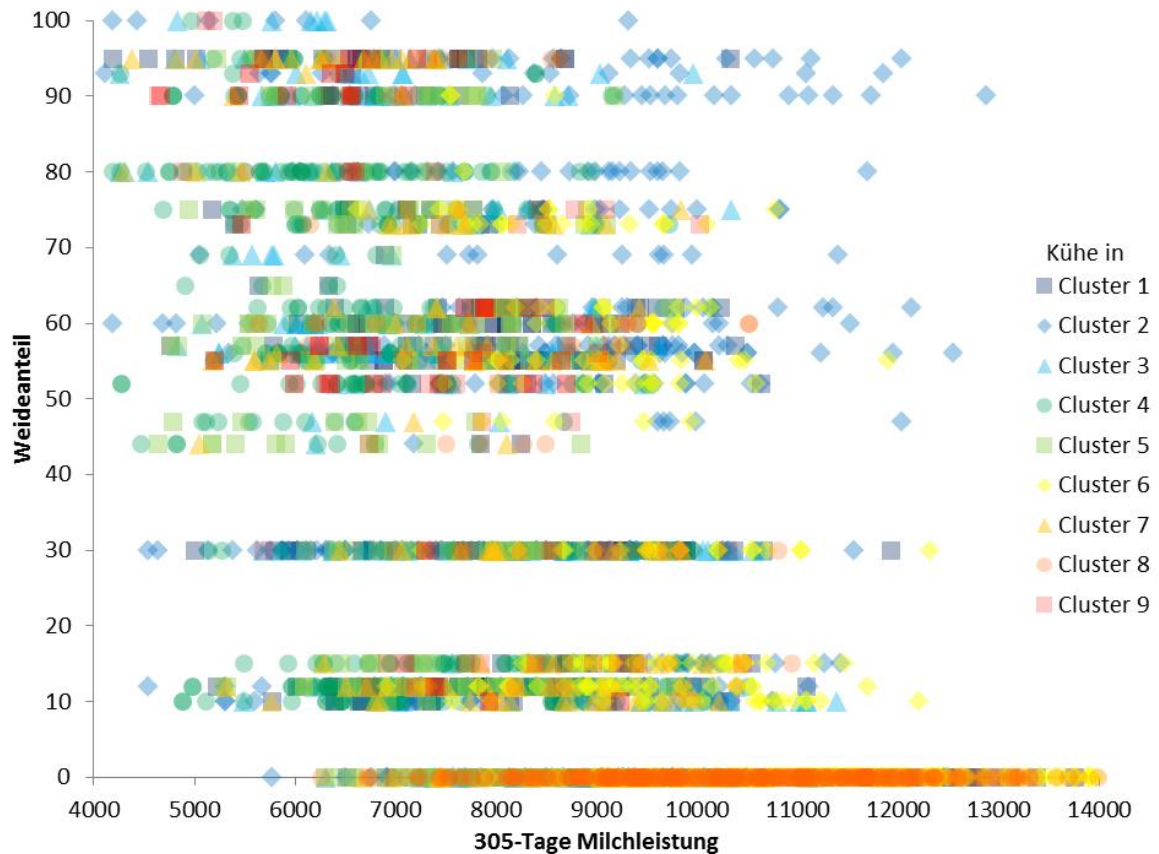


Abbildung 37: Darstellung der Milchkühe mit ihrer Clusterzuordnung im Koordinatensystem Weideanteil und Milchleistung

Weideanteil: Anteil des Weidefutters an der Gesamtration zwischen Mai und Oktober

4.1.4 Wirkungszusammenhänge zwischen Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit

In den vorherigen Kapiteln wurden biologische und produktionstechnische Parameter untersucht, jedoch ohne auf deren ökonomische Bedeutung einzugehen. Es gibt zwar Analysen der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Betriebszweiganalysen (vgl. Leisen und Rieger, 2011 und Kapitel 4.2) aber Zusammenhänge zwischen betrieblichen Parametern und der Wirtschaftlichkeit wurden systematisch bisher auf weidebasierten Öko-Milchviehbetrieben noch wenig untersucht. Zum anderen sind Zusammenhänge zwischen Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit auf diesen Betrieben noch wenig untersucht. Identifizierte Parameter, die mit wirtschaftlichem Erfolg zusammenhängen, sollen dazu dienen, in Zukunft Optimierungsstrategien abzuleiten.

Als Datengrundlage konnte auf betriebswirtschaftliche Praxisdaten ökologischer Milchviehbetriebe aus Deutschland des Projektpartners LWKÖL zurückgegriffen werden. Die Daten liegen Form von Betriebszweigabrechnungen (BZA) mit umfangreichen produktionstechnischen Ergänzungsdaten vor. Die BZA ist eine Vollkostenrechnung incl. kalkulatorischer Faktorkosten nach dem Schema der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG, 2011).

Für die Jahre 2005/06 bis 2012/13 liegen jeweils Datensätze für 12 bis 16 Betriebe pro Jahr vor. Als Parameter des wirtschaftlichen Erfolgs wird die Gesamtleistung (ct/kg energie-korrigierte Milch (ECM)) durch die Vollkosten der Produktion (ct/kg ECM) geteilt (vgl. MEG Milch Board 2016) und als Vollkostendeckung (VKD) bezeichnet. Als produktionstechnische Daten werden die Anzahl der gehaltenen Milchkühe, die Milchleistung (kg ECM/Kuh) und der Krafffuttereinsatz (vereinheitlicht auf Energiestufe III, in dt/Kuh und Jahr) verwendet. Zur Einschätzung der Weideintensität liegt der jährliche Weideanteil an der Futterration (basierend auf dem Energiegehalt des Futters) während der Weideperiode (01.05. bis 31.10.) vor.

Für alle untersuchten Jahre wird die Zellzahl als betrieblicher Indikator der Tiergesundheit verwendet. Die Zellzahl wurde aus der Milchleistungsprüfung der Betriebe entnommen und in einen Anteil der Kühe umgewandelt, welcher einen Grenzwert von 250.000 Zellen/ml Milch unterschreitet.

Der Datensatz 2013/14 wird zusätzlich durch die in dem vorliegenden Projekt durch den Projektpartner Tierzucht erhobenen tierbezogenen Tiergesundheits-Parametern ergänzt. Basierend auf den Einzeltierinformationen zu Body-Condition-Score (BCS), Locomotion-Score (LOC), Verschmutzungs-Score (VS) und Sprunggelenksschäden-Score (SGS) werden für die vorliegende Auswertung ebenfalls Anteile der Herde verwendet, welche einen definierten Zielbereich des Parameters erreichen. Da hier Tiere zugrunde gelegt werden, die einen tiergesundheitlichen Zielwert erreichen, ist hier der Anteil als gesunde bzw. gesündere Tiere zu beurteilen. Die hier verwendeten Tieranteile sind zur Einschätzung der gesundheitlichen Situation der Herde besser geeignet als Herdenmittelwerte. Für die Auswertung der Zusammenhänge sind hier nicht die absoluten Werte oder die konkreten Zielwerte von Bedeutung. Vielmehr kann untersucht werden, ob bzw. in wie weit der Anteil der Tiere Zusammenhänge zu anderen Parametern aufweist.

Da die vorhergehende Auswertung zu Ähnlichkeitsstrukturen auf Korrelationen basieren, werden hier Zusammenhänge ebenfalls mithilfe von Korrelationen untersucht. Die Daten werden als zwei Datensätze, der mehrjährige Datensatz A 2005/06 - 2012/13 als auch der Datensatz B für das Wirtschaftsjahr 2013/14 in R (RStudio) ausgewertet. Dafür werden Korrelationen und deren Signifikanz (Spearman) errechnet. Für ausgewählte Zusammenhänge werden in Excel Streudiagramme erstellt.

Die Datensätze zeigen eine große Vielfalt der ökologischen Milchviehhaltung. Mit 20 bis 212 gehaltenen Kühen, 2 bis 34 dt Krafffutter/Kuh und Jahr, einem Weideanteil von 10 bis 100 % und mit einer Milchleistung von 5.100 bis 9.200 kg ECM wird eine VKD von 56 bis 130 % erreicht.

In dem mehrjährigen Datensatz A zeigten sich unterschiedlich starke, positive Zusammenhänge mit der VKD. Auffällig ist jedoch, dass ausschließlich beim Parameter Weideanteil keine bivariate Korrelation besteht (0,09 n.s.). Auch die Zellzahl als Parameter der Tiergesundheit korreliert positiv mit VKD und darüber hinaus auch mit Milchleistung und Krafffutter. Der Weideanteil korreliert signifikant ausschließlich mit der Milchleistung und dem Krafffuttereinsatz, in beiden Fällen negativ (Tabelle 32).

Tabelle 32: Korrelationen zwischen Vollkostendeckung (VKD) und produktionstechnischen Daten (Datensatz A 2005/06 – 2012/13 | Datensatz B 2012/2013, Angabe der Korrelationskoeffizienten signifikant mit $p \leq 0,05$)

	VKD	Anzahl Milchkühe	Milch-leis- tung	Kraft- futter	Weide- anteil**	Zellzahl
VKD	1					
Anzahl Milchkühe	0,42	1				
Milchleistung	0,19		1			
Krafftutter	0,28	0,52 0,53	0,49 0,55	1		
Weideanteil**	0,09*		-0,52 -0,68	-0,38	1	
Zellzahl	0,24		0,33	0,20		1

* nicht signifikant ($p=0.32$)

** Anteil des Weidefutters an der Gesamtration (auf Energiebasis) während der Weideperiode (01.05. bis 31.10.)

In der grafischen Darstellung der Korrelationen der einzelnen Betriebsjahresergebnisse zeigen sich die weiten Spannen (Abbildung 38). Die Korrelation zwischen VKD und Anzahl der Milchkühe (links oben) lässt eine gewisse Gruppierung erkennen.

Betriebe mit weniger als 30 Tieren liegen im Bereich von 56 % bis 88 % und erreichen keine vollständige Vollkostendeckung. Betriebe mit mehr als 150 Tieren liegen ausschließlich im Bereich von 91 % bis 117 %. Im Mittelfeld ist die Streuung jedoch sehr groß. So weisen beispielsweise Betriebe mit 50-60 Tieren eine Spanne von 67 % bis 123 % VKD auf. Der Zusammenhang zwischen Krafftuttereinsatz und Weideanteil (links unten) zeigt Stufen, bei einem Weideanteil von über 80 % werden nur max. 15 dt Krafftutter eingesetzt. Bei einem geringen Weideanteil (unter 25 %) werden durchgängig 24 dt und mehr eingesetzt. Dem gegenüber lässt sich bei der niedrigen Korrelation zwischen VKD und Zellzahl (rechts oben) und dem nicht signifikanten Zusammenhang zwischen VKD und Weideanteil (rechts unten) kein eindeutiger Trend ablesen.

Im Datensatz B des Wirtschaftsjahrs 2013/14 waren deutlich weniger signifikante Korrelationen zu finden, womöglich auf Grund der kleinen Stichprobe. Die drei Korrelationen zwischen produktionstechnischen Parametern sind in blau in Tabelle 32 aufgeführt. Die Zusammenhänge zwischen Krafftutter und sowohl Anzahl der Milchkühe als auch der Milchleistung liegen in der gleichen Höhe, wie beim Datensatz A. Bei der Korrelation zwischen Milchleistung und Weideanteil ist die Bestimmtheit sogar noch leicht höher, als im Datensatz A.

Dagegen korreliert die VKD weder mit produktionstechnischen noch mit den tierbezogenen Parametern in diesem Datensatz signifikant. Beispielhaft wird der Zusammenhang zwischen VKD und BCS in Abbildung 39, links aufgeführt, um die grafische Verteilung darzustellen. Als signifikante Zusammenhänge zeigen sich ausschließlich zwei positive Korrelationen zwischen einzelnen Merkmalen der Tiergesundheit untereinander. Mit hohen Korrelationskoeffizienten zeigen zum einen BCS mit Zellzahl ($r = 0,59$), zum anderen SGS mit LOC ($r = 0,67$) einen Zusammenhang.

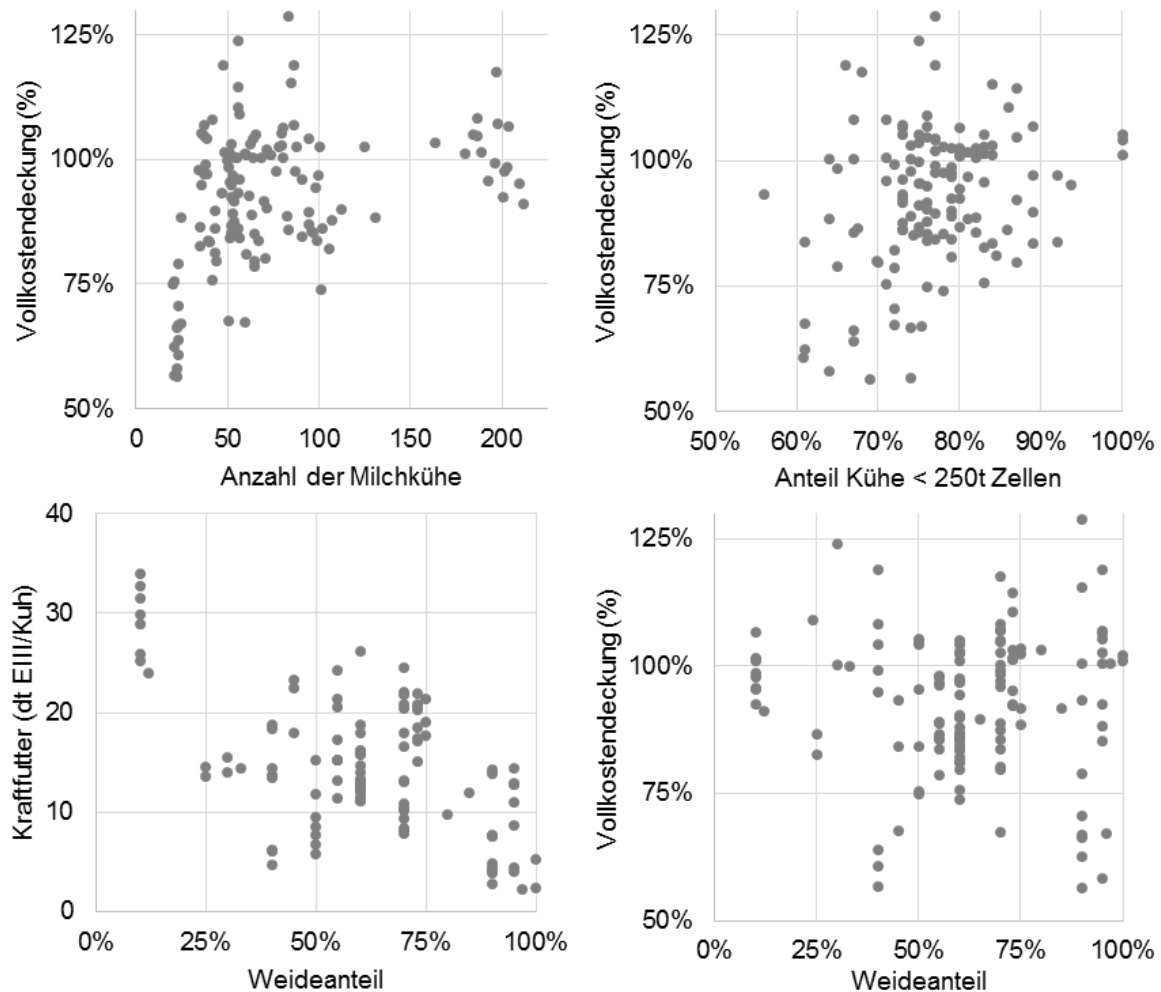


Abbildung 38: Zusammenhänge zwischen Vollkostendeckung und produktionstechnischen Parametern (Datensatz A 2005/06 – 2012/13)

Der erstgenannte Zusammenhang ist ebenfalls in Abbildung 39 aufgeführt. Dementsprechend weist der Parameter VS keine Korrelation auf.

Die negativen Korrelationen zwischen Weideintensität und sowohl Milchleistung als auch Krafffutter entsprechen den Angaben aus der Literatur, da die Milchleistung aufgrund der Futtergrundlage begrenzt ist und eine zu hohe Krafffuttergabe eine weitere Weide-Fut-
teraufnahme verdrängt (Steinwider und Starz, 2015). Der Zusammenhang zwischen Milchleistung und Krafffutter wurde auch von Volling et al. (2011) in nahezu gleicher Bestimmtheit ($r = 0,49$) identifiziert.

Bei der Betrachtung der Weide ist jedoch die Wahl der Parameter ausschlaggebend. So wurde in Studien kein Zusammenhang zwischen Weidedauer (Stunden/Jahr) und der Milchleistung identifiziert (Blank et al., 2013). Mit dem Parameter Weiderationsanteil während der Weideperiode, zeigt sich jedoch ab 40% eine sinkende Milchleistung. Als Grund wird vor allem die Laktationsspitze im ersten Laktationsdrittel genannt, die sich bei vermehrter Weidefut-
teraufnahme reduziert. Diese Veränderung ist so bedeutend, dass sie die späteren Fütterungseinflüsse der beiden weiteren Laktationsdrittel übersteigt (Kohnen und Schellberg, 2009). Auch Leisen et al. (2009) konnten bei Praxisbetrieben mit einem Weide-

Rationsanteil von mindestens 50% während der Weidezeit eine niedrigere Milchleistung bei Betrieben mit einer hohen Weideanteil im Vergleich zu Betrieben mit geringerem Weideanteil identifizieren.

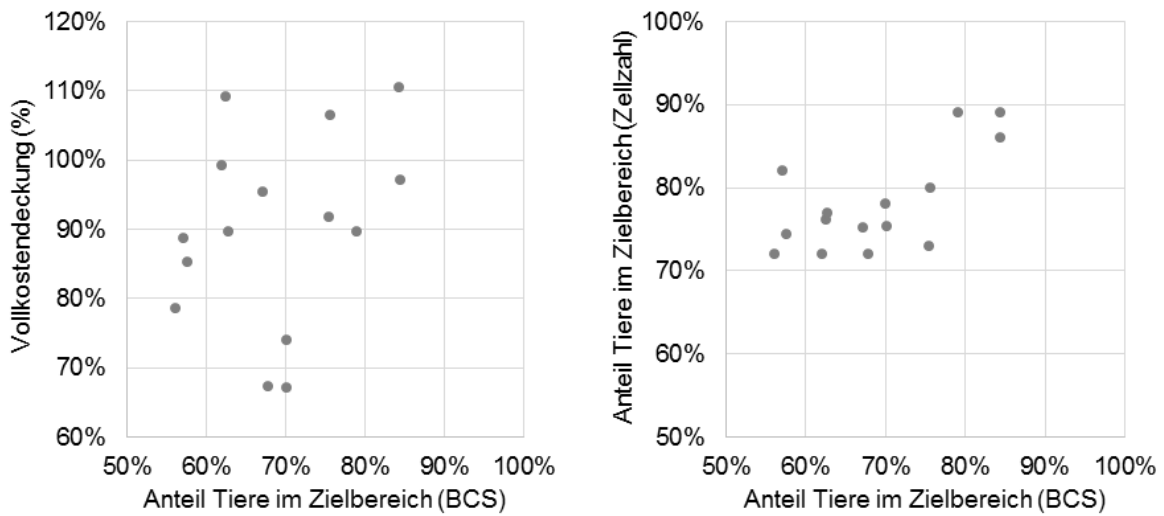


Abbildung 39: Zusammenhänge zwischen Vollkostendeckung und Anzahl der Tiere im Zielbereich des BCS sowie zwischen den jeweiligen Anteilen im Zielbereich der Zellzahl und des BCS (Datensatz B 2013/14)

Trotz der begrenzten Stichprobengröße können aus den dargestellten Korrelationen erste Ergebnisse zu Wirkungszusammenhängen bei ökologischen weidebasierten Milchviehbetrieben abgeleitet werden (Abbildung 40).

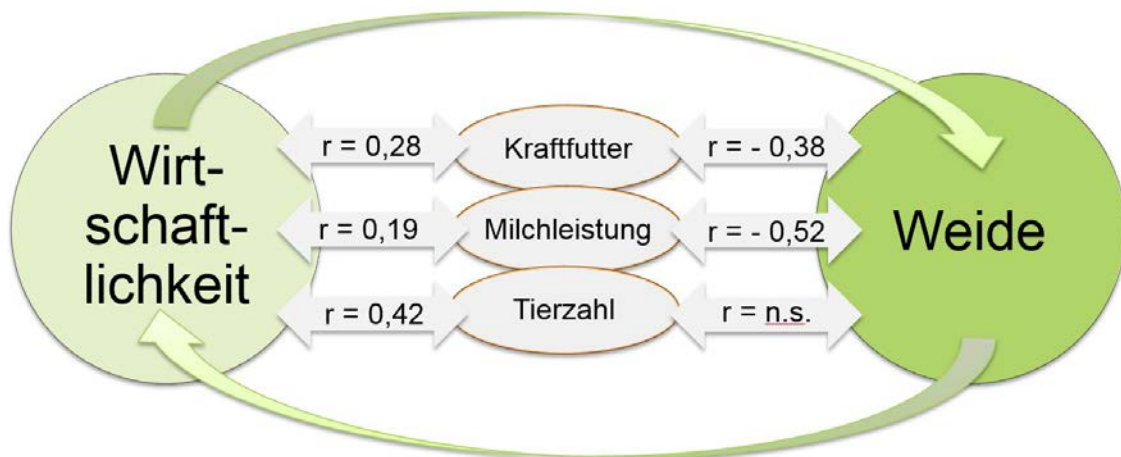


Abbildung 40: Darstellung der Wirkungszusammenhänge anhand bivariater Korrelationen und deren Einbindung in den Zusammenhang zwischen Weide und Wirtschaftlichkeit

Die negativen Korrelationen zwischen Weideintensität und Milchleistung bzw. Kraftfuttergabe stehen den positiven Zusammenhängen zwischen diesen Parametern und der Wirtschaftlichkeit gegenüber. Im vorliegenden Datensatz ist also keine (negative oder positive) bivariate Korrelation zwischen Wirtschaftlichkeit und Weideanteil nachweisbar (0,09 n.s.).

Es ist zu vermuten, dass wirtschaftlich erfolgreiche Weidekuh-Betriebe über andere Wirkmechanismen verfügen, welche die wirtschaftlich negativen Effekte von geringerer Kraffut-terintensität und Milchleistung auszugleichen vermögen. Weitere Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit sind im folgenden Kapitel 4.2 beschrieben.

Basierend auf dem identifizierten positiven Zusammenhang zwischen dem Anteil Tiere unter 250.000 Zellen und der Milchleistung sowie der Wirtschaftlichkeit, könnte die Tiergesundheit hier eine hervorzuhebende Rolle spielen. Unabhängig vom Weideanteil besteht als Herausforderung die Entwicklung einer betrieblichen Optimierungsstrategie im Tiergesundheitsbereich, mit der krankheitsbedingte Milchleistungsminderungen reduziert werden können. Da die weiten Spannen der ausgewerteten Betriebe methodisch eine Herausforderung darstellen, sollte zur Ableitung solcher Strategien in Zukunft auf größenadaptierte Modellbetriebe mit unterschiedlicher Weideintensität zurückgegriffen werden. Auf diesen könnten die produktionsökonomischen Zusammenhänge mit ausgewählten Parametern des tiergesundheitlichen Bereichs im Detail modellhaft abgebildet werden. Eine weitere Herausforderung stellt dafür das hohe Aggregationsniveau der herkömmlichen BZA dar. In der Praxis wirksame Einzelzusammenhänge können hier zumeist nicht mit der notwendigen Detailschärfe extrahiert werden. Aus diesem Grund sollen Ergänzungsrechnungen, basierend auf Einzeltierdaten, herangezogen. Damit werden schließlich für ausgewählte Wirkungszusammenhänge belastbare Aussagen ermöglicht.

4.2 Ökonomische Betriebszweiganalyse (AP VI)

Zum ökonomischen Analyse wird aufbauend auf dem AP II in Kapitel 4.1 empirische Praxisdaten in Form von Betriebszweiganalysen mit detaillierten Ergänzungsrechnungen ausgewertet. Dabei nimmt die Erstellung eines auf der Fragestellung der Projektes orientierte Kosten-Leistungsmodells und der Abgleich mit den Ergebnissen aus AP II einen bedeutenden Stellenwert ein. Neben der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlicher Weideintensität, fließen die Ergebnisse in die Ableitung eines Gesamtzuchtwertes Weide (Kapitel 5) mit ein.

Weideproduktionssysteme im deutsch-sprachigen Raum richten sich konzeptionell zumeist an einer Low-Cost-Strategie aus. Ziel der Strategie ist es, die eingesetzten Produktionsmittel und insbesondere deren Kosten zu reduzieren. Die Systemanalyse (Kapitel 4.1.1) hat gezeigt, dass dies erreicht werden kann, indem Weide als kostengünstiges Futtermittel optimal ausgenutzt wird. Über die Fütterung hinaus wird eine Kostenminderung in allen weiteren Bereichen (Arbeits-, Gebäude- und Maschinenkosten) angestrebt. Dabei ist zu erwarten, dass sich eine vollständige Umsetzung der Gesamtstrategie positiv auf alle vorhandenen Kostenblöcke auswirkt (Steinberger et al., 2012; Thomet et al., 2002). Bisher gibt es jedoch nur wenige Studien, die anhand von betriebswirtschaftlichen Praxisdaten unterschiedlich intensiv weidender Betriebe die Erfüllung des Low-Cost-Konzepts systematisch untersucht haben. Deshalb ist das Ziel dieses Kapitels die einzelnen Leistungs- und Kostenblöcke aus der BZA ökologischer, weidebasierter Milchviehbetriebe zu untersuchen,

um darzulegen, in welchem Umfang und in welchen Bereichen der Kostenstruktur bei unterschiedlicher Weideintensität geringe Kosten erzielt werden können.

Dafür werden Betriebszweigabrechnungen (BZA's) von 34 ökologischen Betrieben der Jahre 2009/2010 bis 2012/13 mit umfangreichen Ergänzungsdaten ausgewertet. Die BZA's wurden vom dem Projektpartner LWKÖL zur Verfügung gestellt. Sie wurden von Beratern nach dem Schema der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG, 2011) erstellt. Die Form der BZA ist aus Auswertungen der ökologischen und konventionellen Milchviehhaltung bekannt (DLG, 2010; Trütken, 2007; Zerger et al., 2010). Danach bezieht die BZA als Vollkostenrechnung sowohl tatsächliche Kosten aus der Buchführung als auch Faktorkosten (z.B. für nicht entlohnte Familienarbeitskräfte und Zinseinsätze für eingesetztes Kapital) mit ein. Die BZA Milchvieh beinhaltet die eigene Nachzucht der Färsen, da diese schwierig von der reinen Milchkuhhaltung abzugrenzen ist. Zwecks Vergleichbarkeit wurden die auf Energie- und Fettgehalt korrigierte Milchleistung (ECM) pro Kuh und Laktation verwendet und die Ergebnisse in Cent / kg ECM dargestellt (vgl. DLG, 2010).

Methodisch wird darüber hinaus auf Grundlage der Systemanalyse (Kapitel 4.1.1) ein angemessen strukturiertes und aggregiertes Kosten-Leistungsmodells erstellt (Abbildung 41).

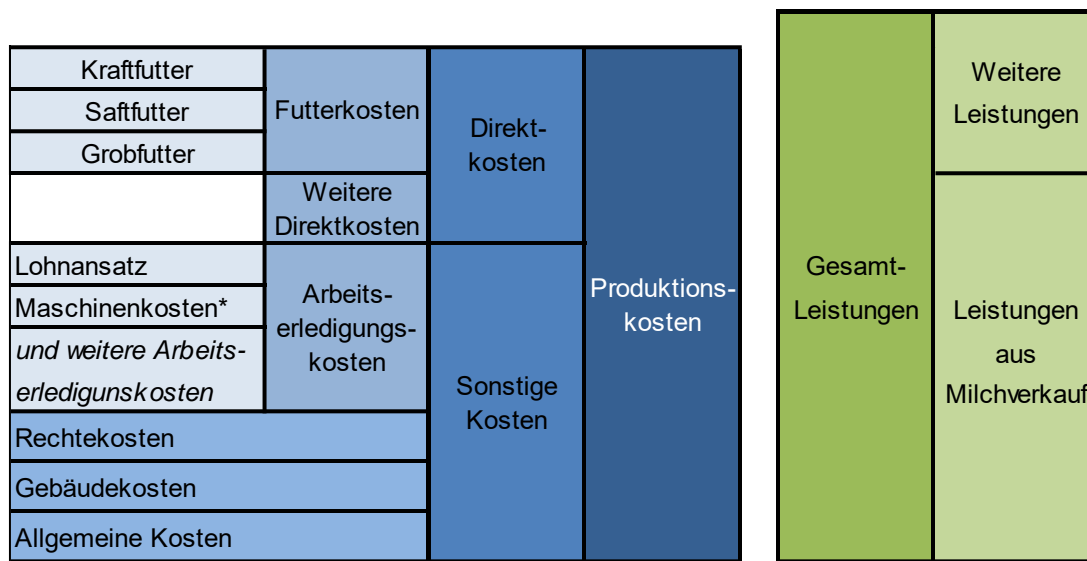


Abbildung 41: Kosten- und Leistungsstruktur mit unterschiedlichen Aggregationsniveaus der Betriebszweigabrechnung (BZA)

In der einzelbetrieblichen BZA Milchvieh sind Fütterung, Gebäude, Maschinen und Arbeits-erledigung in klar definierten Kostenblöcken beachtet. Für die vorliegende Auswertung werden dabei unterschiedliche Aggregationsniveaus der BZA verwendet. Zur besseren Übersichtlichkeit werden alle Kostenblöcke außer den Direktkosten, nämlich Arbeits-erledigungs-, Rechte-, Gebäude- und Allgemeine Kosten zusammengefasst und als „Sonstige Kosten“ bezeichnet. Aus der Seite der Leistungen wird zwischen Leistungen aus dem Milchverkauf und weiteren Leistungen, dies sind insbesondere Tierverkäufe, unterschieden.

In Bezug auf die Beweidung ist zu beachten, dass in der BZA Milchvieh der Themenbereich Weide nicht als eigenständigen Kostenblock oder Kostenparameter beinhaltet ist. Vielmehr wäre Weide als eine Form der Grünlandbewirtschaftung und dementsprechend als betriebseigenes Futtermittel in einer „BZA Weide“ vorzufinden. In der Systemanalyse (Kapitel 4.1.1) wurde jedoch deutlich, dass sich eine weidebasierte Milchviehhaltung, die sich auf einer Low-Cost-Strategie basiert, darüber hinaus in verschiedenen Kostenblöcken der BZA Milchvieh widerspiegelt. Folglich werden bei den Kostenblöcken je nach Relevanz in Bezug auf den Themenbereich Beweidung unterschiedliche Detaillierungsgrade verwendet. Insbesondere im Bereich der Futterkomponenten wird eine möglichst detaillierte Aufgliederung verwendet, während andere Bereiche, wie z.B. der Kostenblock „Allgemeine Kosten“ nicht weiter aufgeschlüsselt wird. Die BZA Milchvieh kann somit als eine indirekte Auswertungsmethode der Weide bzw. der Weidestrategie verstanden werden. Erst durch die Verknüpfung mit produktionstechnischen Ergänzungsdaten, die im Bezug zur Beweidung stehen, kann eine an der Fragestellung des Projektes orientierte systemtheoretische fundierte und detaillierte Beschreibung der funktionalen Zusammenhänge zwischen diesen produktionstechnischen Daten und Parametern der Kosten-Leistungsrechnung erfolgen. Dies ist von besonderer Relevanz, da übliche Betriebszweigabrechnungen, die über eine Datenschnittstelle aus der Buchführung erstellt sind, diese detaillierte Beschreibung der funktionalen Zusammenhänge auf Vollkostenbasis fehlt.

Basierend auf dem AP II „Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme“ und in enger, kontinuierlicher Absprache mit den Projektpartnern zeigte sich der Parameter Weideanteil als geeigneter Parameter, um die Weideintensität umfassend zu beschreiben. Zur Berechnung des Weideanteils werden vom Projektpartner LWKÖL wöchentliche Angaben zur Futterration und Futterfläche während der Weideperiode (Mai bis Oktober) erhoben und auf Energiebasis der Anteil des Weidefutters an der Gesamtration in diesem Zeitraum errechnet. Parallel zu den Auswertungen in AP II und den Arbeitspaketen Tierzucht wird der Weideanteil verwendet, um die Betriebe in drei Gruppen zu unterteilen (vgl. Tabelle 25). Der Weideanteil der Betriebe liegt zwischen 5 % und 95 % und deckt damit vollständig den möglichen Bereich der Weideintensitäten ab. Des Weiteren werden die Anzahl der Milchkühe, die Milchleistung (in kg ECM / Kuh und Jahr) und als Parameter für den Krafftfutter-einsatz alle eingesetzten Krafftfutter und energiereiches Saftfutter in Krafftfutteräquivalente (KFÄ) auf die Energiestufe III korrigiert und in dt je Kuh und Jahr verwendet.

Wie schon im Kapitel über die Wirkungszusammenhänge dargestellt (Kapitel 4.1.4), zeigen sich hier ebenfalls erhebliche Unterschiede in Tierzahl, Milchleistung und Krafftuttergabe zwischen den unterschiedlichen Weideintensitäten (Tabelle 33). Um einen möglichen Einfluss dieser Parameter auf die Wirtschaftlichkeit zu untersuchen, wurde jede der drei Weidegruppen anhand des Medians in zwei Untergruppen (größere/kleinere Herde, höhere/geringere Milchleistung und mehr/weniger Krafftutter) aufgeteilt. Damit zeigen sich erhebliche Unterschiede innerhalb der Weideintensitäts-Gruppen. Die Auswertungen werden in Excel jährlich durchgeführt und im Anschluss als Mittel über die ausgewerteten Jahre, untergliedert in die drei Weideintensitäten, dargestellt.

Tabelle 33: Mittelwerte der produktionstechnische Angaben der untersuchten Betriebe unterteilt nach Weideintensität (und Mittelwerte der Untergruppen*)

	Bereich des Weideanteils	Mittelwert Weideanteil	Anzahl Milchkühe	Milchleistung (kg ECM / Kuh)	KFÄ (dt / Kuh)
Betriebe mit wenig Weide	unter 40 %	25 %	93 (69; 120)	8003 (7370; 8700)	18,6 (15; 22)
Betriebe mit mittel Weide	40 bis 60 %	53 %	71 (52; 89)	7083 (6720; 7450)	15,9 (13; 19)
Betriebe mit viel Weide	über 60 %	79 %	81 (52; 112)	6866 (6220; 7570)	13,4 (9; 18)

* Jeweils zwei Untergruppen anhand des Medians (größere; kleinere Herde, höhere; geringere Milchleistung und mehr; weniger Kraftfutter)

Alle drei Gruppen mit unterschiedlichen Weideintensitäten liegen bei den Leistungen mit etwa 52 Cent / kg Milch nahezu gleichauf. Jedoch ist auffällig, dass die Gruppen mit Mittel und Viel Weide jeweils für die Milch einen Cent / kg ECM weniger erhalten und dafür die weiteren Leistungen einen Cent mehr betragen (Abbildung 42). Bei diesen beiden Weideintensitäten zeigt sich ein Unterschied, wenn nach dem Median der Tierzahl in größere und kleinere Herden aufgeteilt wird. Während der Wert der größeren Herden etwa gleich ist, wie bei Wenig Weide (9,4 bzw. 9,8 Cent), liegt er bei den kleineren Herden bei Mittel und Viel Weide bei 11,3 und 11 Cent / kg ECM.

Auf der Kostenseite zeigt sich bei den Direktkosten bei der Gruppe Viel Weide mit 30,5 Cent / kg ECM ein deutlich geringerer Wert als bei Mittel (35,7 Cent / kg ECM) und Wenig Weide (33,8 Cent / kg ECM). In den Untergruppen bei Viel Weide erreichen größere Tierbestände und ein geringer Einsatz an Kraftfutter noch geringere Kosten (28,3 und 29,9 Cent / kg ECM). Dem gegenüber liegen die Sonstigen Kosten bei Mittel und Viel Weide um ca. 2 Cent / kg ECM höher als bei den wenig weidenden Betrieben (Abbildung 42). Hier zeigt die Unterteilung nach dem Median der Tierzahl bei allen drei Weidegruppen geringere Kosten bei größeren Herden, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß. Während bei Wenig Weide Betriebe mit größeren Herden 18 Cent und mit kleineren Herden 19,4 Cent / kg ECM erreichen, liegen die Werte bei Mittel Weide nahe beieinander (20,7 und 20,0 Cent). Bei Viel Weide zeigt sich ebenfalls eine weite Spanne von 19,7 Cent (mehr Tiere) bis 21,9 Cent / kg ECM (weniger Tiere). Ein weiterer großer Unterschied bei den Sonstigen Kosten zeigt sich bei Viel Weide zwischen einer geringeren und einer höheren Milchleistung (22,0 versus 19,5 Cent / kg ECM).

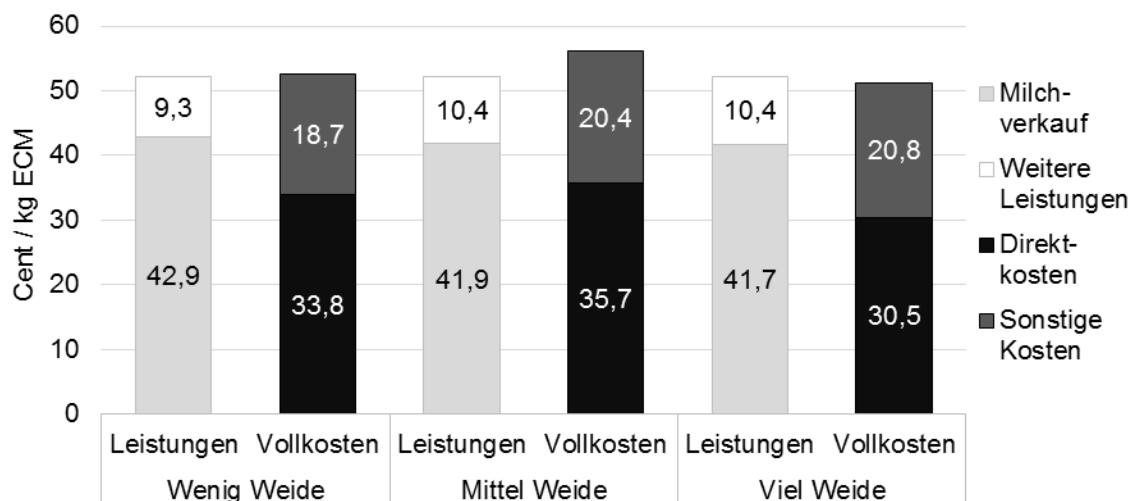


Abbildung 42: Leistungen und Vollkosten unterteilt nach Wenig, Mittel und Viel Weide (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13, eig. Darstellung)

Mit dieser Kostenstruktur gelingt es im Mittel nur der viel weidenden Gruppe (+ 1,3 Cent / kg ECM) und nahezu auch der wenig weidenden Gruppe (- 0,4 Cent / kg ECM) ihre Vollkosten zu decken. Ein weniger erfolgreiches Abschneiden der mittleren Weidegruppe (- 3,8 Cent / kg ECM) stimmt mit vorausgegangenen Ergebnissen von Leisen und Rieger (2011) überein. In den nach Median unterteilten Untergruppen wird deutlich, dass bei Wenig Weide, dass ausschließlich Betriebe mit einer höheren Milchleistung ihre Vollkosten knapp decken können (+0,02 Cent / kg ECM). Dies sollte jedoch keinen (zu sehr) erhöhten Kraftfuttereinsatz bedeuten, denn das Mittel der Betriebe, die über dem Median bei Kraftfutter liegen, erreichen keine vollständige Kostendeckung (-0,7 Cent / kg ECM). Bei mittlerer Weideintensität liegt das kalkulatorische Betriebszweigergebnis aller Untergruppen im negativen Bereich. Den größten Unterschied zwischen den Untergruppen weist wiederum eine höhere bzw. niedrigere Milchleistung auf (-3,3 versus -4,4 Cent / kg ECM). In der Weidegruppe Viel Weide erreichen im Mittel alle außer zwei Untergruppen ein positives Betriebsergebnis. Besonders hoch liegt der Wert bei mit Mittel bei Betrieben mit hoher Milchleistung bzw. hoher Tierzahl (3,4 bzw. 3,9 Cent / kg ECM). Das Betriebszweigergebnis unterteilt nach Kraftfutterintensität ist in beiden Fällen positiv, jedoch bei geringerem Einsatz (1,8 Cent) höher, als bei vermehrter Kraftfuttergabe (0,8 Cent / kg ECM).

In der detaillierten Kostenstruktur zeigen sich bei dem Kostenblock Futterkosten erhebliche Unterschiede (Abbildung 43). Betrieben mit viel Weide gelingen um 3,6 bzw. 4,7 Cent geringere Kosten / kg ECM im Vergleich zu der wenig bzw. mittel weidenden Gesamt-Gruppe. Unterteilt nach Futterarten nehmen die Kraft- und Saffutterkosten mit zunehmender Weideintensitäts-Gruppe ab, während die Grobfutterkosten einen besonders hohen Wert bei der mittleren Weideintensität aufweisen. Der Abstand zwischen den drei Weidegruppen ist so groß, dass die Futterkosten bei allen aufgeführten Untergruppen nach der Median-Unterteilung bei Viel Weide (22,3 bis 25,5 Cent / kg) niedriger liegen, als bei den Untergruppen bei Wenig und Mittel Weide (27,0 bis 29,6 Cent / kg). Während bei Wenig und Mittel Weide die genannten Untergruppen in Abbildung 43 aufgeführt sind, fehlen sie bei Viel Weide, da es sich um die Unterteilung nach der Herdengröße (mehr/weniger Tiere) handelt.

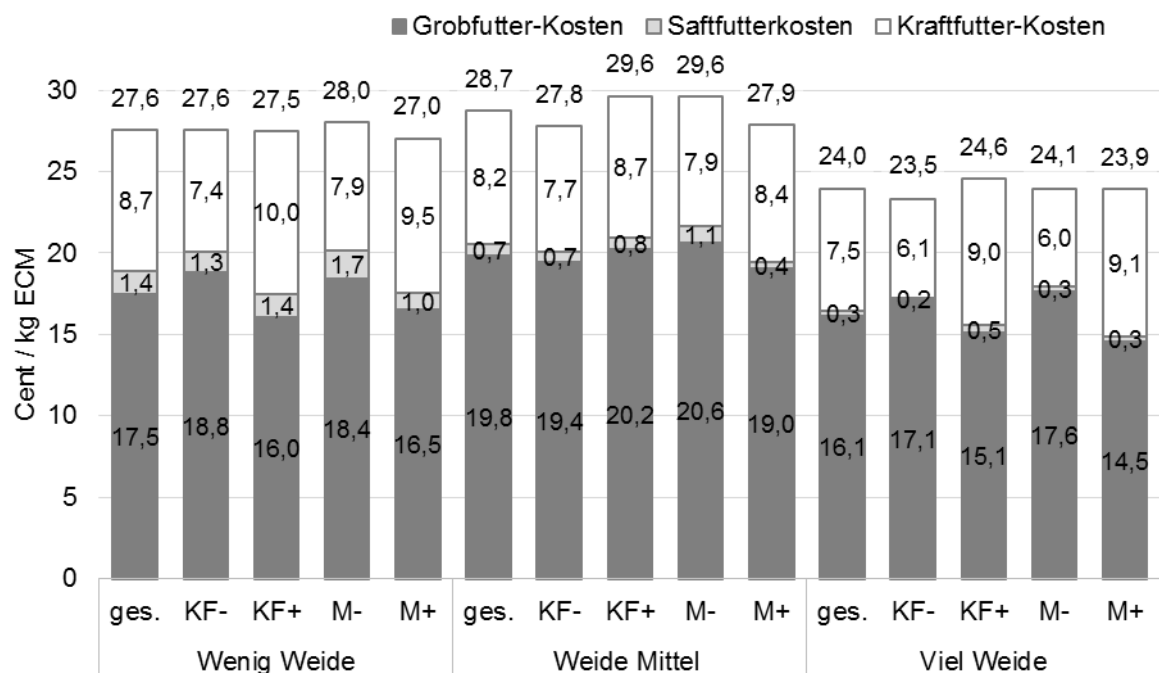


Abbildung 43: Grob-, Saft und Krafftutterkosten bei unterschiedlicher Weideintensität, gesamt (ges.), sowie unterteilt in Untergruppen nach Krafftutterintensität (KF+/KF-) und Milchleistung (M+/M-) (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13, eig. Darstellung)

Die Unterteilung nach mehr/weniger Krafftutter offenbart, dass die mittel bzw. viel weidenden Betriebe mit vermehrtem Krafftuttereinsatz höhere Futterkosten aufweisen (+1,8 bzw. +1,1 Cent / kg ECM). Dies ergibt sich dadurch, dass die höheren Krafftutterkosten nicht durch entsprechend geringere Grundfutterkosten kompensiert werden konnten. Bei den wenig weidenden Betrieben zeigt sich dagegen nahezu kein Unterschied (-0,1 Cent / kg ECM). Dem Gegenüber erreichen Betriebe mit Wenig Weide und mit Mittel Weide mit einer höheren Milchleistung geringere Futterkosten im Vergleich zu einer geringeren Milchleistung (-1,0 bzw. -1,7 Cent). Bei Betrieben mit Viel Weide besteht ein solcher Unterschied nicht.

Tabelle 34: Zusammensetzung der Sonstigen Kosten der untersuchten Betriebe (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13)

	Mittelwert der Kosten (Cent / kg ECM)		
	Wenig Weide	Mittel Weide	Viel Weide
Arbeits erledigungskosten	12,8	14,3	15,3
Darin Lohnansatz	6,1	7,8	8,6
Darin Maschinenkosten*	3,8	3,9	3,3
Milchlieferrechtekosten	1,0	1,1	1,1
Gebäudekosten	3,3	3,5	2,8
Allgemeine Kosten	1,5	1,5	1,6

* = bestehend aus Maschinenunterhaltung, Treib- und Schmierstoffe und Abschreibung der Maschinen

Bezüglich der Sonstigen Kosten wird mit den einzelnen Kostenblöcken deutlich, dass ausschließlich die Arbeiterledigungskosten mit zunehmender Weideintensität deutlich ansteigen (Tabelle 34). Dies ist insbesondere durch den Lohnansatz bedingt. Die Maschinenkosten, ein weiterer Bestandteil der Arbeiterledigungskosten, weisen nur einen geringen Kostenvorteil bei Viel Weide aus. Ebenso zeichnen sich bei den Gebäudekosten leicht geringere Kosten ab. Die anderen Kostenpositionen (Milchlieferrechte und Allgemeine Kosten) zeigen keine Unterschiede zwischen Wenig, Mittel und Viel Weide.

Wie schon bei den Sonstigen Kosten (gesamt) beschrieben zeigt die Unterteilungen nach dem Median bei Viel Weide geringere Kosten bei Betrieben mit einer höheren Milchleistung und mehr Tieren. Im Detail fallen bei allen aufgeführten Kostenblöcken bei den beiden genannten Unterteilungen geringere Kosten an, außer bei Gebäudekosten. Diese liegen bei mehr Tieren und in geringerem Maße auch bei einer höheren Milchleistung um 0,8 und 0,2 Cent / kg ECM höher, als bei weniger Tieren und geringerer Milchleistung. Bei Mittel Weide tritt dieser Effekt ausschließlich in Bezug auf die Tierzahl mit einem Unterschied von 0,7 Cent / kg ECM auf.

Die Auswertung von 34 ökologischen Milchviehbetrieben hinsichtlich der Umsetzung der Low-Cost-Strategie ergibt ein differenziertes Bild hinsichtlich der unterschiedlichen Kostenblöcke. Bei Direkt- und insbesondere Futterkosten (Kraft- und Grundfutter) werden mit Viel Weide erhebliche Kosteneinsparungen erreicht. Ein (zu) hoher Kraffuttereinsatz kann diesen Effekt jedoch schmälern. Eher eine Unabhängigkeit von der Weideintensität kann bei den Gebäude-, Maschinen-, Lieferrechte- und Allgemeinen Kosten identifiziert werden. Dem gegenüber steigen die Kosten der Arbeiterledigung und dem darin enthaltenen Lohnansatz mit zunehmendem Weideanteil an. Die Auswertung legt nahe, dass hier unter anderem auch die Betriebsgröße einen deutlichen Einfluss besitzt (Skaleneffekt). Darüber hinaus ist zu beachten, dass für die verwendeten BZAen keine exakte Zeiterfassung durchgeführt wurde. Das Aggregationsniveau dieser BZA reicht in diesem Bereich zu einer detaillierten produktionsökonomischen Bewertung nicht aus. Somit werden weitergehende Studien mit einem Schwerpunkt auf einer exakteren Erhebung der Arbeitszeiten und Aufschlüsselung der Sonstigen Kosten benötigt.

Im Vergleich zu der Analyse von Wirkungszusammenhängen (Kapitel 4.1.4) scheinen diese Ergebnisse im Widerspruch zu stehen. Während dort kein Zusammenhang (Korrelation) zwischen Wirtschaftlichkeit und Weideanteil identifiziert werden konnte, kann hier ein klarer Vorteil der Betriebsstrategie Viel Weide, insbesondere im Vergleich zu Mittel Weide festgehalten werden. In Ergänzung der beiden Analysen wird deshalb eine weitere Korrelation und deren Signifikanz (Spearman) angeschlossen, wie sie in Kapitel 4.1.4 durchgeführt wurde, jedoch mit der Datengrundlage dieser Wirtschaftlichkeitsanalyse. Neben einer Korrelation über den gesamten Datensatz, werden weitere Teilkorrelationen zu den einzelnen Weideintensitäten errechnet. Das Bestimmtheitsmaß über den gesamten Datensatz ist mit 0,13 (n.s.) dem Ergebnis von 0,09 des Datensatzes der Wirkungszusammenhänge relativ ähnlich. In Abbildung 44 sind die Ergebnisse der Teilkorrelationen aufgeführt.

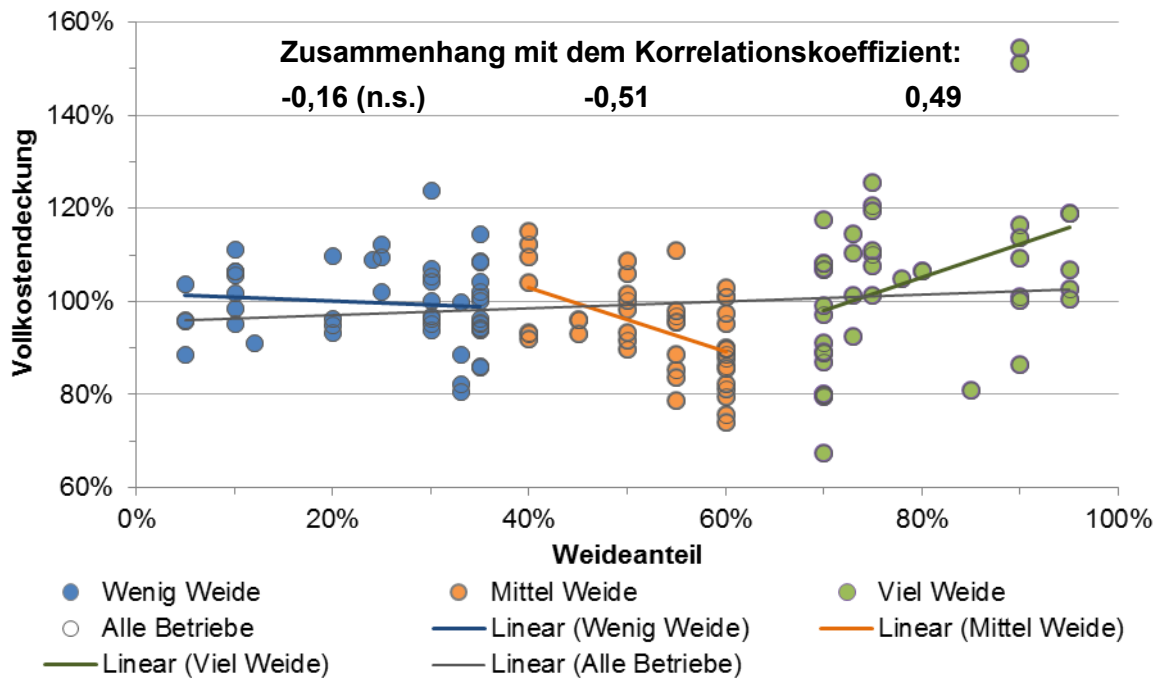


Abbildung 44: Korrelation zwischen Vollkostendeckung und Weideanteil der untersuchten Betriebe (Auswertung der Jahre 2009/2010 bis 2012/13)

Es zeigt sich, dass bei einem Weideanteil von unter 40 % kein signifikanter Zusammenhang zu ermitteln ist. Dem gegenüber zeigen sich sowohl bei Mittel Weide als auch bei Viel Weide signifikante Zusammenhänge, jedoch mit unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten. Diese weisen bei Mittel Weide auf einen gegenläufigen Zusammenhang hin, d.h. mit steigendem Weideanteil fällt die Wirtschaftlichkeit. Bei Viel Weide zeigt sich jedoch ein positiver Zusammenhang, der bedeutet, dass mit steigendem Weideanteil die Wirtschaftlichkeit zunimmt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Zusammenhänge, konnte über den gesamten Datensatz ein linearer bzw. stetiger Zusammenhang identifiziert werden. Mit dieser Auswertung konnte bestätigt werden, dass gewisse Kostenpositionen bei konsequenter Umsetzung der Vollweidestrategie im Vergleich zu einer typischen Milchviehhaltung auf einem völlig anderem Niveau liegen (Thomet et al., 2002), so auch in der ökologischen Wirtschaftsweise. Jedoch wurde ebenso deutlich, dass es Unterschiede zwischen den Kostenblöcken gibt. Ein niedrigeres Kostenniveau wurde im Bereich der Direktkosten erreicht, jedoch nicht im Bereich der anderen Kostenblöcke. Dies kann zum einen bedeuten, dass eine konsequente Ausrichtung und vollständige Umsetzung einer Low-Cost-Strategie, wie sie in den dafür bekannten Weideländern Neuseeland und Irland verfolgt, noch nicht erreicht ist (Steinberger et al., 2012). Zum anderen wäre es auch möglich, dass unter hiesigen Bedingungen nicht bei allen Kostenblöcken geringere Kosten / kg Milch erzielt werden können.

Welche wirtschaftlichen Verbesserungsmaßnahmen in einem weidebasierten Milchviehbetrieb tatsächlich einzelbetrieblich möglich sind, hängt jedoch von vielen Faktoren, wie den betrieblichen Gegebenheiten (z.B. Flächenausstattung und -arrondierung), Managementstrategien (Blockabkalbung, Kurzrasensystem, etc.) und Rahmenbedingungen (Witterung,

Milchpreise, etc.) ab. Angesichts der großen Spannbreiten zwischen den untersuchten Betrieben ist anzunehmen, dass eine kritische Überprüfung der betriebswirtschaftlichen Zahlen hinsichtlich der (noch nicht) erreichten Kostenminderung dazu dienen kann Optimierungspotentiale aufspüren.

Neben der einzelbetrieblichen Optimierung dienen die ökonomischen Auswertungen im Rahmen der Implementierung eines Simulationsmodells für die Ableitung eines Gesamtzuchtwertes Weide (AP VII, Kapitel 5). Dafür werden die Ergebnisse abstrahiert und zur Entwicklung von Modellbetrieben mit entsprechenden Szenario-Rechnungen eingesetzt. Da Praxisdaten eine hohe Abhängigkeit von einer Vielzahl von betriebsindividuellen Einflussfaktoren aufweisen (Schleyer et al., 2013), wurde der Datensatz mit Ergänzungsrechnungen als Unterteilung nach dem Median hinsichtlich relevanter produktionstechnisch-ökonomischer Zusammenhänge untersucht. Damit konnte eine systemtheoretisch fundierte und differenzierte Beschreibung der funktionalen Zusammenhänge zwischen diesen Parametern und deren ökonomischer Bedeutung auf Vollkostenbasis erreicht werden. Im Austausch mit TZKS wurden anhand der Auswertungen produktionstechnische und züchterische Wechselwirkungen identifiziert, die als Grundlage einer Verknüpfung ökonomischer und züchterischer Herangehensweisen dienen und im folgenden Kapitel beschrieben werden.

5 Arbeitspaket Gesamtzuchtwert Weide (AP VII)

Unter Einbeziehung aller gesammelten Kosten, Herdenkennzahlen und genetischen Parameter wurden mögliche Szenarien für Weideproduktionssysteme entworfen, um einen ökonomischen Gesamtzuchtwert für Weidebetriebe (Weide-GZW) ableiten zu können. Wie in Kapitel 2 (Stand des Wissens) und Kapitel 4.1 (AP II) dargestellt wurde, weichen Produktionssysteme mit Weidenutzung hinsichtlich ihrer Produktionsstrategie und Zielsetzung erheblich von Stallhaltungssystemen ab. Dem entsprechend sind auch im Rahmen züchtungsstrategischer Optimierungen Unterschiede zu erwarten. Das Selektionsprinzip zur Erreichung eines gewünschten Zuchtziels erfolgt durch einen Gesamtzuchtwert. Dieser rangiert Bullen so, dass ein größtmöglicher Zuchtfortschritt erreicht werden kann. Er dient der Nutzen-Maximierung der züchterischen Arbeit und wird damit als betriebliche Entscheidungshilfe eingesetzt, um geeignete Bullen zu identifizieren (Lind, 2007).

Relevante Zuchtmerkmale und benötigte Eigenschaften für Weidetiere wurden z.B. schon für Irland beschrieben. Dort werden für rentable Weide-Produktionssysteme, neben hoher Grasaufnahme-Fähigkeit, insbesondere der Bereich Tiergesundheit, Fruchtbarkeit, Robustheit und Langlebigkeit genannt (Dillon et al., 2014). Dementsprechend sind auch für einen zukünftigen Weide-GZW für den deutschsprachigen Raum tiergesundheitliche Aspekte in Form von funktionellen Merkmalen besonders relevant.

Die Berechnung eines Gesamtzuchtwertes basiert auf einer ökonomischen Gewichtung identifizierter relevanter Merkmale. Für jedes Merkmal im Selektionsindex wird ein wirtschaftliches Gewicht benötigt, um den monetären Zuchtfortschritt zu schätzen. Diese Gewichtung entspricht dem Grenznutzen jedes Merkmals. Der Grenznutzen beschreibt den zusätzlichen Ertrag, der durch die genetische Selektion erzielt werden kann (z.B. Verbesserung der Leistung) abzüglich der entstehenden Kosten. Als Methoden werden objektive (bio-ökonomische Modelle) und nicht-objektive Methoden (subjektive Einschätzungen) eingesetzt (Willam und Simianer, 2011). Somit können Zuchtwerte für Produktions- und funktionale Merkmale entsprechend ihrer Wichtigkeit zu einem Gesamtzuchtwert verknüpft werden.

Neben der wirtschaftlichen Bedeutung fließen in den Weide-GZW die Schätzung der Genauigkeit, die Erblichkeitsgrade und die genetischen Korrelationen mit ein. Dabei sollten nicht nur aktuelle, sondern auch zukünftige Rahmenbedingungen beachtet werden (Lind, 2007). Die Berechnung des Weide-GZW erfolgte in der vorliegenden Arbeit durch die frei verfügbare Software Ecoweight (Wolf et al., 2008). Ecoweight ist ein bio-ökonomisches Modell einer Tierherde und ermöglicht die Ermittlung wirtschaftlicher Gewichte bei verschiedenen Nutztierarten (Schaf, Rind, Schwein). Im Weidekuh II-Projekt wurde das Paket EWDC (Ecoweight Dairy Cattle) für Milchviehherden genutzt. Die Modellierung erfolgt für Milchkühe und ihre Nachzucht in unterschiedlichen Kategorien und mit ihren Laktationsnummern zum Großteil deterministisch (Wolf et al., 2013). Zur Beschreibung der Herdendynamik werden jedoch stochastische Methoden in Form von Markow-Ketten benutzt. Die Wirtschaftlichkeit wird hier folglich als Funktion der Betriebssituation, basierend auf den biologischen

Eigenschaften der Tiere sowie Management- und wirtschaftlichen Parametern ausgedrückt. Der Vorteil des Programms liegt insbesondere in seiner Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Produktionsbedingungen (Wolf et al., 2008). Sowohl Fruchtbarkeitskennzahlen wie Erstkalbealter, Besamungsindex usw., aber auch die jeweiligen Kosten der Herde werden miteinbezogen. Als Systemdefinition wurde ein Weidesystem mit einer reinrassigen Herde gewählt. Die Nachzucht wird auf dem Betrieb aufgezogen, überzählige Färsen werden trächtig verkauft und männliche Tiere gehen mit 14 Tagen ab. Im Vergleich zum Stallsystem wurde für Weide ein um 20% erhöhter Energiebedarf angesetzt (vgl. Dohme-Meier et al., 2014).

Die eingesetzten Parameter wurden hauptsächlich von den teilnehmenden Landwirten zur Verfügung gestellt (Befragung, MLP-Daten, HIT-Daten). Des Weiteren wurden gesundheitliche Parameter erfasst. Der Futterbedarf wird basierend auf Energie- (MJ NEL) und Proteingehalt (PDI) errechnet. PDI (protéines digestibles dans l'intestin) ist eine französische Einheit, die der deutschen Einheit „nutzbares Rohprotein“ ähnlich ist, jedoch zusätzlich eine detaillierte Bewertung der Aminosäuren beinhaltet (Schröder et al., 2008). Für Kühe, Färsen, Jungkälber (bis 80 Tage) und ältere Kälber (91. bis 180. Tag) werden Angaben zum Futter (MJ NEL-Gehalt, PDI-Gehalt und Trockenmassegehalt und eine ökonomische Bewertung (€ je kg Frischmasse) benötigt. Ecoweight errechnet damit für jede Tiergruppe bzw. Kategorie die benötigten Futtermengen anhand des Erhaltungs-, Wachstums-, Trächtigkeits- und Leistungsbedarfs und setzt die ökonomischen Parameter ein (Wolf, et al., 2013). Zur Ermittlung der Fütterungsparameter wurden Rationen erstellt, die auf den Angaben des Projektpartners LWKÖL für die Projektbetriebe beruhen. Es liegen Fütterungsanteile von Kraftfutter (Milchleistungsfutter, Getreide, Sojapülpe) und zu Weide als Grundfutter vor. Diese Angaben wurden detailliert ergänzt (Anonym, 2017; Gräfe, 2010; Harms, o. J.; Isselstein et al., 2013; KTBL, 2010; Menke et al., 2004; Sauvant et al., 2004; Steinberger, 2010; Wolf, et al., 2013). Die Futterkosten wurden anhand der beschriebenen Rationen anteilig errechnet. Kosten für Mineralfutter wurden nicht mit einbezogen.

Das Ziel im vorliegenden Projekt ist eine Analyse der Einflüsse unterschiedlicher Weidehaltungs- und Produktionssysteme auf den Gesamtzuchtwert. Da es keine klare Definition von „Weidebetrieben“ gibt (vgl. Kapitel 4.1.1), werden zwei Szenarien verschiedener Weideproduktionssysteme, geringe und hohe Weideintensität, d.h. ein Vollweidesystem und ein System mit begrenzter Beweidung gegenübergestellt, die sich anhand ausgewählter Parameter unterscheiden, die in Tabelle 35 beschrieben werden. Bei der Modellierung der zukünftigen Situation wurde unterstellt, dass die Betriebe mit hoher Weideintensität weniger Kraftfutter einsetzen und auf Maissilage verzichten. Es wird davon ausgegangen, dass langfristig auf Weideeignung selektiert wurde, die sich z.B. in kleinerer Körpergröße mit einer geringeren Milchleistung ausdrückt. Betriebe mit geringer Weideintensität erzielen durch eine intensivere Fütterung eine höhere Milchleistung. Unterschiede in der Effizienz (vgl. Piccand et al., 2013; Thomet et al., 2014) wurden angesichts großer tierindividueller Unterschiede nicht angesetzt.

Tabelle 35: Unterschiede der Szenarien mit geringer und hoher Weideintensität

Weideproduktionssystem	Hohe Weideintensität	Geringe Weideintensität
Weide-Rationsanteil Sommerhalbjahr	ca. 80%	ca. 20%
Fütterung	Grundfutter-Zusammensetzung	Mais- und Grassilage und Weide
	Krafftutter-Bestandteile (und Rationsanteil)	ebenso plus Maiskörnern und Sojapülpe (32 %)
Milchleistung	6500	8200
Tiergewicht (nach dritter Laktation)	550	650
Nachzucht-Haltungssystem	bevorzugt Weide	größtenteils Stall

Anhand von MLP-Daten, Besamungsmeldungen, Kalbe- und Abgangsdaten wurden Herdenmittelwerte berechnet und in die Modellierung einbezogen. Diese lagen z.B. bei einem Fettgehalt von 4,19 % und einem Eiweißgehalt von 3,32 %, einer durchschnittlichen Trächtigkeitsdauer von 282 Tagen, 92 Tagen Rastzeit nach der Kalbung, einem Intervall von 47 Tagen zwischen aufeinander folgenden Besamungen, einem Rückgang des Besamerfolgs um 3,3 % und einem 34,4 %igen Abgangsrisiko nach einer Schweregeburt (Kalbescore 3 und 4). Konzeptionsraten für Färsen bewegten sich zwischen 68 und 76 %, bei Kühen zwischen 60 und 68 %. Durchschnittliche tägliche Erkrankungsraten für Mastitis und Klauenerkrankungen lagen je nach Laktation bei 0,2-0,3 % mit maximalen täglichen Anteilen von 6,9 % bzw. 2,2 %.

Angaben zu den ökonomischen Parametern basierten zum Großteil auf der Auswertung der Betriebszweigabrechnungen der Projektbetriebe (vgl. Kapitel 4.2.1). Wurden in Ecoweight detailliertere Angaben benötigt, wurde auf Standardwerte aus der Literatur zurückgegriffen. Die verwendeten Daten sind in Tabelle 36 aufgeführt. Die Tierarztkosten setzten sich aus einem festen Wert je Tier und zusätzlichen Kosten für konkrete Erkrankungen zusammen. Die sogenannten Fixkosten (im Kern als nicht leistungsabhängige Kosten zu verstehen) beinhalten in dieser Auswertung alle Kosten, die nicht durch die anderen Angaben wie Futter und Tierarztkosten abgedeckt wurden. Sie wurden so gewählt, dass der Gesamtgewinn dem Ergebnis der Betriebszweigauswertung entspricht.

Die ökonomischen Angaben in Tabelle 37 und Tabelle 38 sind somit als Leistungen (= Umsatz), Vollkosten und Betriebszweigergebnis (= Gesamtgewinn) zu verstehen. Jedoch stellt das jeweilige Basis-Szenario hier kein Ergebnis dar, sondern es sollen die Veränderungen, die sich durch folgende Szenarien ergeben, veranschaulicht werden. Es wurden jeweils vier Subsznarien definiert: um 10% reduzierter Auszahlungspreis pro kg Milch, eine Weideprämie von 2 Cent je kg Milch, Leistungssteigerung der Herde um 5% und ineffizientere Futtermittelverwertung in Form von 1kg überschüssigem Futter pro Tag. Dies sind jeweils sehr vereinfachte Annahmen, die alle weiteren Folgen dieser Änderung unberücksichtigt lassen. Jedoch werden hier leicht nachvollziehbare Auswirkungen sichtbar (Tabelle 37 und Tabelle 38).

Tabelle 36: Ansätze für Kosten und Preise, unterteilt in die zwei Szenarien

Ökonomischer Eingabe-Parameter	Einheit	Wert bzw. Werte bei geringer....hoher Weideintensität	Quelle
Sogenannte Fixkosten für Kühe	€/Tier	5,3.....4,3	eigene Daten
Sogenannte Fixkosten für Kälber und Färsenaufzucht	und Tag	1,1	anteilig nach eigenen Daten
Futterkosten der Milchkuh-Ration		5,1.....3,1	
Futterkosten der Kälber (bis 90 Tage)	Cent/ 100 kg	34,0	eigene Rationsberechnungen
Futterkosten der Kälber (91. bis 180. Tag)	Frisch- masse	5,0	
Färsen-Ration		4,0	
Tierarztkosten für Kühe	€/Tier u. Jahr	33.....22	eigene Daten
Tierarztkosten für Kälber und Färsen	€/Tier	75	anteilig nach eigenen Daten
Tierarztkosten bei Kalbescore 2		10	
Tierarztkosten bei Kalbescore 3	€/Kal- bung	42,50	Keller et al., 2009, verändert
Tierarztkosten bei Kalbescore 4		185	
Besamung	€/Besamung	30	eigene Daten
Kosten klinischer Mastitisfall	€/Fall	135	Walter, 2013, verändert
Kosten Klauenerkrankung	€/Fall	330	Mülling und Hagen, 2012
Kosten für Beseitigung verendeter Kühe, Jungtiere und Kälber	€/Tier	56, 48 und 16	Tierkörper-beseitigung
Mittlerer Schlachtpreis (Kuh und Färse)	€/kg	2,54	KTBL, 2010
Strohpreis	€/100 kg	7	KTBL, 2010
Preis für männliche/ weibliche Absetzkälber	(€/Tier)	120 / 70	KTBL, 2010
Färsenpreis	(€/Tier)	1500	KTBL, 2010
Milchpreis (energie- und fettkorrigiert)	€/kg	0,45	AMI, 2016

Es zeigt sich bei geringen Weideintensitäten (Tabelle 37), dass eine Reduzierung des Milchpreises aufgrund des schon leicht negativen Gesamtgewinns (-0,35 Cent/kg Milch) deutliche Verluste von 4,17 Cent/kg Milch mit sich bringt. Damit können nicht alle kalkulatorischen Kostenansätze (Arbeit, Verzinsung des festgelegten Kapitals) gedeckt werden. Eine Weideprämie in entsprechender Höhe bedeutet hingegen eine Sicherung der Wirtschaftlichkeit auch in Zeiten geringer Milchpreise (1,6 Cent/kg Milch). Das Szenario mit verbesserter Leistung könnte z.B. durch eine Reduzierung subklinischer Erkrankungen mit entsprechenden Milchminderleistungen erreicht werden und wirkt sich ebenfalls positiv auf den Gesamtgewinn aus. Bei einer geringeren Effizienz der Futteraufnahme (1 kg Trockenmasse über eine bedarfsgerechte Fütterung) sinkt der Gewinn im Vergleich zum Basisszenario leicht ab.

Tabelle 37: Umsatz, Kosten und Gewinn bei Nutzung von Kennzahlen, die im Rahmen des Weidekuh II-Projektes für geringe Weideintensitäten erhoben wurden (Basis), sowie Variation einzelner Annahmen

	Basis	Milchpreis -10%	Prämie 2 Cent/kg	Leistung +5%	Restfutter +1kg/d
Gesamtumsatz (€ pro Kuh und Jahr)	3865,20	3523,20	3865,20	4029,60	3865,20
Staatl. Subventionen (€ pro Kuh und Jahr)	0,00	0,00	160,10	0,00	0,00
Gesamtkosten (€ pro Kuh und Jahr)	3893,90	3893,90	3893,90	3925,70	3950,50
Gesamtgewinn (€ pro Kuh und Jahr)	-28,60	-370,60	131,50	103,90	-85,30
Gesamtgewinn (Cent pro kg Milch)	-0,35	-4,52	1,60	1,21	-1,04
Änderung Gesamtgewinn bzgl. Basis		-4,17	1,95	1,56	-0,69

Unter hohen Weideintensitäten (Tabelle 38) wird von einem positiven Gesamtgewinn im Basisszenario (1,45 Cent/kg Milch) ausgegangen. Die Änderungen des Gesamtgewinns in den beschriebenen Szenarien sind jedoch ähnlich. Aufgrund der geringeren Milchleistung führt die Erhöhung der Restfutteraufnahme von 0 auf 1 kg/Tier und Tag zu einem deutlich schlechteren Ergebnis der Wirtschaftlichkeit des Vollweidesystems im Vergleich zum geringen Weideumfang (-3,71 vs. -0,69 Cent/kg Milch). Dies verdeutlicht, wie wichtig das Weidemanagement, die Qualität des Grünlands bzw. ein effizienter Genotyp in diesem System ist.

Tabelle 38: Umsatz, Kosten und Gewinn bei Nutzung von Kennzahlen, die im Rahmen des Weidekuh II-Projektes für hohe Weideintensitäten erhoben wurden (Basis), sowie Variation einzelner Annahmen

	Basis	Milchpreis -10%	Prämie 2 Cent/kg	Leistung +5%	Restfutter +1kg/d
Gesamtumsatz (€ pro Kuh und Jahr)	3163,50	2889,60	3163,50	3293,80	3163,50
Staatl. Subventionen (€ pro Kuh und Jahr)	0,00	0,00	128,20	0,00	0,00
Gesamtkosten (€ pro Kuh und Jahr)	3069,00	3069,00	3069,00	3085,80	3310,40
Gesamtgewinn (€ pro Kuh und Jahr)	94,50	-179,30	222,80	208,00	-146,90
Gesamtgewinn (Cent pro kg Milch)	1,45	-2,76	3,43	3,05	-2,26
Änderung Gesamtgewinn bzgl. Basis		-4,21	1,97	1,59	-3,71

Durch Multiplikation des Betrags der marginalen ökonomischen Gewichte mit den genetischen Standardabweichungen des jeweiligen Merkmals und Berechnung der Anteile am gesamten ökonomischen Wert erhält man die relativen ökonomischen Gewichte in Prozent (Tabelle 39 und Tabelle 40). Diese dienen zur Verknüpfung der Zuchtwerte der Einzelmerkmale zum Weide-GZW, in Abbildung 45 zu Kategorien zusammengefasst.

Tabelle 39: Genetische Standardabweichungen, marginale ökonomische Gewichte, EV, und relative ökonomische Gewichte, REV, (in %) für geringe Weideintensitäten

Merkmal	Genetische Standardabweichung	Basis		Milchpreis -10%		Prämie 2 Cent/kg		Leistung +5%		Restfutter +1kg/d	
		EV	REV	EV	REV	EV	REV	EV	REV	EV	REV
Kalbeverlauf*	0,12	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	-0,2	0,0
Totgeburten*	0,59	3,1	0,7	3,1	0,7	3,1	0,7	3,1	0,7	3,1	0,7
Kälberverluste bis Aufzuchtende	1	1,9	0,8	1,9	0,8	1,9	0,7	1,9	0,7	1,9	0,8
Endgewicht	20,5	-0,7	5,6	-0,7	6,0	-0,7	5,5	-0,7	5,5	-0,7	5,6
Geburtsgewicht	1,6	-1,0	0,6	-1,0	0,7	-1,0	0,6	-1,0	0,6	-1,0	0,6
Ausschlachtung	1,14	2,9	1,3	2,9	1,4	2,9	1,2	2,9	1,3	2,9	1,3
Konzeptionsrate Färsen*	0,4	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1
Konzeptionsrate Kühe*	0,5	1,4	0,3	1,2	0,2	1,5	0,3	1,5	0,3	1,4	0,3
Lebensdauer	0,3	11,4	1,3	6,8	0,8	13,7	1,5	12,5	1,4	10,4	1,2
Tageszunahmen Kälberaufzucht	60	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5
Milchleistung (305 d)*	327,5	0,3	40,7	0,3	38,1	0,3	41,9	0,3	40,2	0,3	40,7
Milchfettgehalt*	0,35	-75,0	10,1	-75,0	10,9	-75,0	9,9	-78,6	10,5	-75,0	10,2
Milcheiweißgehalt*	0,15	-42,6	2,5	-42,6	2,6	-42,6	2,4	-44,6	2,6	-42,6	2,5
Mastitisinzidenz der Herde*	0,08	-218,6	6,8	-210,3	7,0	-218,6	6,6	-222,6	6,8	-218,6	6,8
Überschüssige TM-Aufnahme	0,35	-56,7	7,7	-56,7	8,2	-56,7	7,5	-56,7	7,6	-56,7	7,7
Klauenerkrankungsinzidenz der Herde*	0,19	-287,7	21,1	-278,8	21,9	-287,7	20,6	-292,0	21,2	-287,7	21,1
			100,0		100,0		100,0		100,0		100,0

Bei mit * gekennzeichneten Merkmalen selbst geschätzte genetische Standardabweichungen, die übrigen aus Komlósi et al. (2010) entnommen

Tabelle 40: Genetische Standardabweichungen, marginale ökonomische Gewichte, EV, und relative ökonomische Gewichte, REV, (in %) für hohe Weideintensitäten

Merkmal	Genetische Standardabweichung	Basis		Milchpreis -10%		Prämie 2 Cent/kg		Leistung +5%		Restfutter +1kg/d	
		EV	REV	EV	REV	EV	REV	EV	REV	EV	REV
Kalbeverlauf*	0,12	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0
Totgeburten*	0,59	3,3	0,8	3,3	0,9	3,3	0,8	3,3	0,8	3,3	0,8
Kälberverluste bis Aufzuchtende	1	2,2	0,9	2,2	1,0	2,2	0,9	2,2	0,9	2,2	0,9
Endgewicht	20,5	-0,6	5,0	-0,6	5,4	-0,6	4,9	-0,6	5,0	-0,6	5,3
Geburtsgewicht	1,6	-0,8	0,6	-0,8	0,6	-0,8	0,5	-0,8	0,6	-0,9	0,6
Ausschlachtung	1,14	2,5	1,2	2,5	1,3	2,5	1,2	2,5	1,2	2,5	1,2
Konzeptionsrate Färsen*	0,4	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1
Konzeptionsrate Kühe*	0,5	1,4	0,3	1,2	0,3	1,5	0,3	1,5	0,3	1,3	0,3
Lebensdauer	0,3	17,5	2,2	13,5	1,8	19,5	2,4	18,5	2,3	13,1	1,6
Tageszunahmen Kälberaufzucht	60	0,0	0,9	0,0	1,0	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
Milchleistung (305 d)*	327,5	0,3	47,3	0,3	45,0	0,4	48,5	0,3	46,9	0,3	46,6
Milchfettgehalt*	0,35	-40,1	5,8	-40,1	6,3	-40,1	5,7	-42,0	6,1	-43,9	6,4
Milcheiweißgehalt*	0,15	-22,7	1,4	-22,7	1,5	-22,7	1,4	-23,9	1,5	-25,0	1,6
Mastitisinzidenz der Herde*	0,08	-202,3	6,7	-195,6	7,0	-202,3	6,6	-205,4	6,8	-202,3	6,7
Überschüssige TM-Aufnahme	0,35	-36,0	5,2	-36,0	5,6	-36,0	5,1	-36,0	5,2	-39,4	5,7
Klauenerkrankungsinzidenz der Herde*	0,19	-270,2	21,4	-263,0	22,3	-270,2	20,8	-273,5	21,5	-270,2	21,3
			100,0		100,0		100,0		100,0		100,0

Bei mit * gekennzeichneten Merkmalen selbst geschätzte genetische Standardabweichungen, die übrigen aus Komlósi et al. (2010) entnommen

Die ökonomischen Gewichte für die Milchleistungsmerkmale liegen über 50 %, d.h. über der Gewichtung des Relativzuchtwerts RZM (45 %) im Gesamtzuchtwert RZG der deutschen Zuchtwertschätzung (DHV, 2017), der sich allerdings in 75 % Eiweiß-kg, 20 % Fett-kg und 5 % Eiweiß-% aufteilt. Ähnlich wird mit den anderen offiziellen Relativzuchtwerten für Nutzungsdauer, Reproduktion, Zellzahl usw. verfahren, bei denen ebenfalls mehrere Einzelkomponenten bzw. Hilfsmerkmale zu unterschiedlichen Anteilen einfließen. Die ökonomische Gewichtung für Milchleistungsmerkmale hängt stark vom Milchpreis und Milchpreissystem ab und deckt sich bei der 305-Tage-Milchleistung mit den 0,28-0,37 €/kg von Hietala et al. (2014). In anderen Studien wurden aber deutlich geringere oder sogar negative Gewichte gefunden, z.B. -0,029 €/kg bei Pedersen et al. (2008). Eine hohe Gewichtung der Milchleistung unter Weidebedingungen ist nicht ungerechtfertigt, da hier je nach Intensität der Weidenutzung mit einer geringeren Leistung zu rechnen ist, als unter kontrollierten Stallbedingungen. Jedoch muss dies auf die Futtergrundlage der Weide angepasst sein, weil sonst keine bedarfsgerechte Fütterung erfolgen kann.

Einen Schwerpunkt auf die Milchleistung zu setzen bedeutet nicht, dass funktionale Merkmale und Fruchtbarkeit zu vernachlässigen sind. Letztere spielen bei den Projektbetrieben teilweise tatsächlich eine untergeordnete Rolle, da verstärkt Deckbullen zum Einsatz kommen. In den zugrundeliegenden Daten zeigten sich zudem keine auffälligen Defizite bei den Konzeptionsraten, womit sich das vergleichsweise geringe Gewicht der Fruchtbarkeit (0,4 %) z.T. auch erklären lässt. Funktionalen Merkmalen, denen die Kategorien Nutzungsdauer, Futtereffizienz und Gesundheit zuzuordnen sind, werden insgesamt 43 % (viel Weide) bzw. 45 % (wenig Weide) Gewicht zugeschrieben. Davon nimmt die Nutzungsdauer wiederum einen sehr geringen Anteil (1 % bzw. 2 %) ein. Dies kann zum einen auf die eingeflossenen Abgangsdaten zurückgeführt werden, aus denen z.B. hervorgeht, dass nach einer Schweregeburt (und womöglich daraus resultierender Sterilität) erst nach durchschnittlich 324 Tagen mit einem Abgang zu rechnen ist. Es ist davon auszugehen, dass unter Stallbedingungen aufgrund von Nachgeburtsproblemen, damit einhergehenden Stoffwechselstörungen und wiederholten erfolglosen Besamungen schon früher diese Entscheidung getroffen wird, ohne das Laktationsende abzuwarten. Auch in sehr effizienten Weideproduktionssystemen wird stärker selektiert als in den meisten Projektbetrieben, wofür das Neuseeländer Weidesystem bekannt ist.

Im Bereich der funktionalen Merkmale sind die Gesundheitsmerkmale vergleichsweise stark vertreten (29% bzw. 30%), die sich aus den Merkmalen Kalbeverlauf, Totgeburten und Kälberverluste bis zum Aufzuchtende sowie den direkt erfassten Befunden für Mastitis und Klauenerkrankungen zusammensetzen (Bildung der Kategorien für alle Gesamtzuchtwerte im Vergleich in Tabelle A3 im Anhang). Offen bleibt, warum den Kälberverlusten bei Geburt und in der Aufzucht ein positives Gewicht zukommt (wird ersichtlich aus den Vorzeichen des marginalen ökonomischen Gewichts in Tabelle 39 und Tabelle 40), obwohl wie beim Kalbeverlaufsscore eine Reduzierung angestrebt werden sollte. Möglicherweise spielen hier die schlechten Verkaufspreise von männlichen Kälbern und die hohen Aufzuchtkosten eine Rolle. Aber auch bei Nielsen et al. (2004) und Hietala et al. (2014) wurden positive ökonomische Gewichte berechnet. Letztere führten als mögliche Erklärung nicht

betrachtete staatliche Subventionen und die unprofitable Aufzuchtphase an und empfehlen die Konstruktion verschiedener Indices für Produktionsverfahren mit angeschlossener Ausmästung oder Verkauf überschüssiger Kälber.

Da der Trend von indirekt erfassten Gesundheitsmerkmalen zu direkt über dokumentierte Befunde berechnete Krankheitsanfälligkeiten geht, ist die Ausweisung von Gewichten für Mastitis und Klauenerkrankungen durch das Programm recht fortschrittlich. Sicher könnte das Spektrum an Gesundheitsmerkmalen noch um Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsprobleme ergänzt werden, weil diese bei einem optimalen und ökonomisch erfolgreichen Weidemanagement und einem geringeren Leistungsniveau eine weniger bedeutende Rolle spielen sollten. Klauengesundheit mit bis zu 22 % im Gesamtzuchtwert zu gewichten erscheint hoch. Im Vergleich dazu wird Mastitis mit etwa 7 % eine eher zu geringe Beachtung geschenkt. Darüber hinaus ist in der ökologischen Wirtschaftsweise der Antibiotikaeinsatz beschränkt und dies wurde im Programm nicht beachtet. Demgegenüber liegen die absoluten monetären Gewichte in der vorliegenden Studie von -196 bis -223 € pro Kuh und Jahr für Mastitiserkrankungen und -263 bis -292 € pro Kuh und Jahr für Klauenerkrankungen im Vergleich zu Krupová et al. (2016), die für Mastitis nur -84 € berechnete und Komlósi et al. (2010) -59 € sehr hoch.

Das Gewicht für restliche/überschüssige Trockenmasse-/Futtermittelaufnahme unterscheidet sich zwischen den beiden betrachteten Systemen nur leicht (8 % bei geringen und 5-6 % bei hohen Weideintensitäten). Die marginalen ökonomischen Gewichte von -57 €/kg TM/Tag pro Kuh und Jahr für geringe Weideintensität decken sich mit denen von Hietala et al. (2014), die für Finnish Ayrshire Kühe -56 €/kg berechneten, während für hohe Weideintensität geringere Verluste berechnet wurden (-36 €/kg). Bei der vereinfachten Annahme gleicher genetischer Standardabweichungen in beiden Systemen führt dies zu der etwas geringeren relativen Gewichtung der Restfuttermittelaufnahme bei größerem Weideumfang.

Insgesamt fällt beim Vergleich der beiden Systeme bezüglich der Gewichtungen (Abbildung 45) auf, dass sie sich nur in den Kategorien Milchleistung (zusammengesetzt aus Milchmenge, Fett- und Eiweißgehalt) um ca. 1 % und Futtereffizienz (Endgewicht, Geburtsgewicht, zusätzl. TM-Aufnahme) um etwa 3 % unterscheiden, in allen anderen Fällen gibt es nur minimale Verschiebungen. Bei einer Gegenüberstellung mit internationalen Gesamtzuchtwerten für Weidebedingungen (Neuseeland: überwiegend Weidehaltung; Schweiz: extra ausgewiesener Weidezuchtwert) ergeben sich ähnlich hohe Gewichtungen der Milchleistung und Futtereffizienz (Breeding Worth, BW, Neuseeland) sowie der Gesundheit (Weidezuchtwert, WZW, Schweiz) (Abbildung 46). Große Unterschiede zum BW bestehen in den Anteilen von Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer. Im Vergleich mit dem WZW werden im Weide-GZW Fruchtbarkeit, Mastleistung und Exterieur weniger bzw. gar nicht beachtet. Dafür weist die Milchleistung im WZW einen deutlich geringeren Wert auf. Beim BCS innerhalb des neuseeländischen BW (in Kategorie Futtereffizienz) und der Persistenz innerhalb des WZW der Schweiz (in Kategorie Gesundheit) wäre eventuell eine andere Definition von Kategorien sinnvoll gewesen (vgl. Tabelle A3 im Anhang). Auffällig ist jedoch, dass beim WZW eine gleichmäßigere Verteilung der Kategorien besteht, dahingehend, dass auch

Mastleistung und Exterieur eine Rolle spielen und der Milchleistungsanteil nur 23 % ausmacht. Natürlich hält ein solches Zuchtziel eher der gesellschaftlichen Diskussion über Verbesserung von Tierwohl und Nutzungsdauer stand.

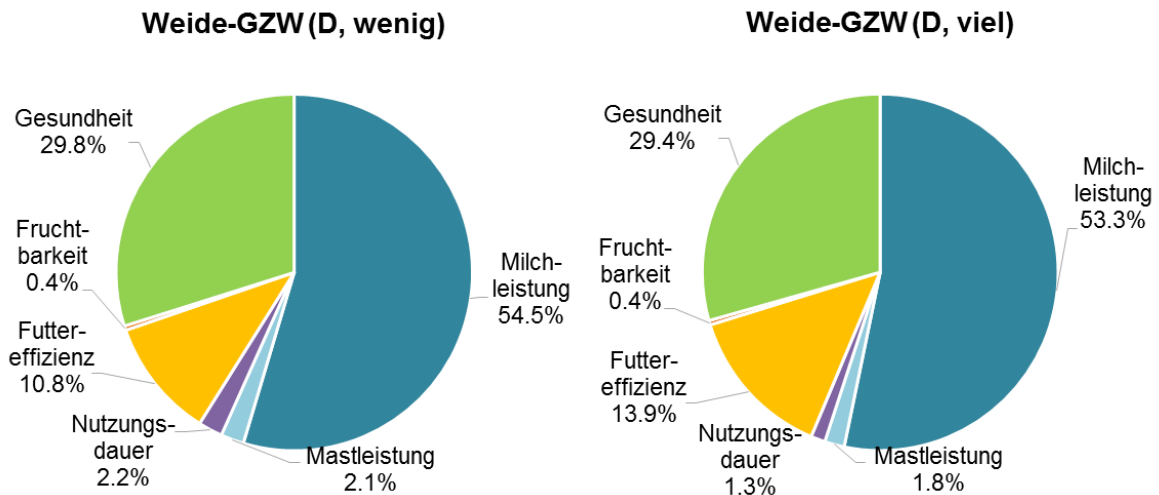


Abbildung 45: Gewichtung der Gesamtzuchtwerte (Basiszenario) im Weidekuh II-Projekt für Holstein Friesian bei wenig und viel Weidenutzung, Bildung der Kategorien s. Tabelle A3

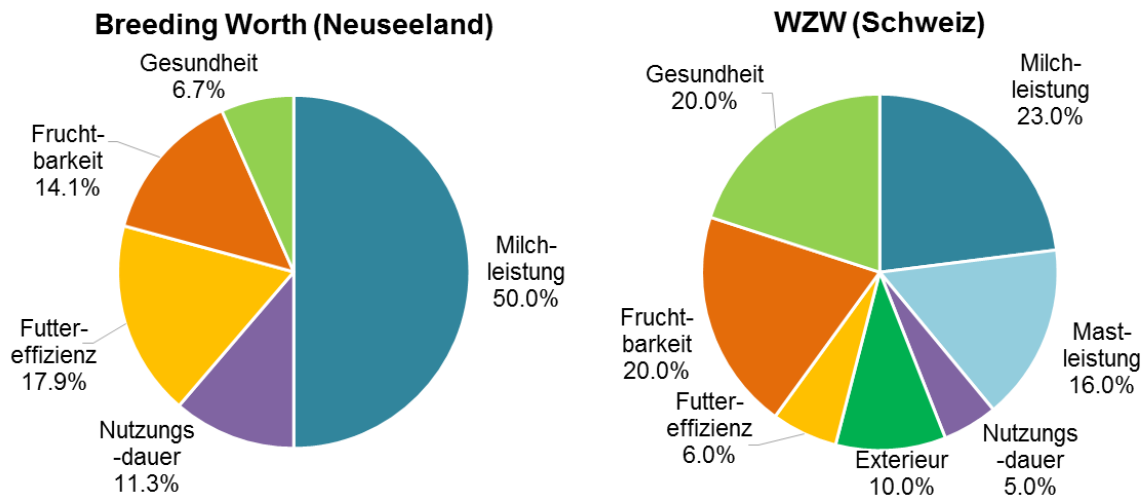


Abbildung 46: Aktuelle Gewichtung ausgewählter Gesamtzuchtwerte in Neuseeland (rasseübergreifend; Dairy NZ, 2017b) und in der Schweiz (Weidezuchtwert für Original Braunvieh; Rust, 2016), Bildung der Kategorien s. Tabelle A3

Bei der Etablierung einer Zucht auf Weideeignung sollte zumindest zu Beginn ein Index bestehend aus Milchleistung in einem ausgewogenen Verhältnis zur Tiergesundheit und Futtereffizienz ein brauchbares Hilfsmittel für die Selektion darstellen. Nachbesserungen

insgesamt und v.a. auch bei Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer sind bei einer entsprechenden Basis an Weideproduktionsdaten dann jährlich möglich. Es wird erwartet, dass es Verschiebungen zugunsten der schwach repräsentierten Kategorien Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer geben wird. Die Zuordnung von Merkmalen zu bestimmten Kategorien (Tabelle A3 im Anhang) ist nicht immer eindeutig und lässt sich diskutieren, wie beispielsweise das Geburtsgewicht, das sich neben Endgewicht und Restfutteraufnahme in der Kategorie Futtereffizienz befinden könnte. Letztendlich lassen sich jedoch einige der weidespezifischen Aspekte wie saisonale vs. ganzjährige Abkalbung oder auch variierende Futterzusammensetzung im Jahresverlauf nur ungenügend mit dem Programmpaket Ecoweight abbilden. Die Definition weiterer Weideproduktionssysteme und Anpassung der einbezogenen Produktionskennzahlen und genetischen Parameter mit aktualisierten Datensätzen ist geplant. Zum Abschlussworkshop und im Rahmen einer Publikation wird es Gelegenheit zur Präsentation weiterer Erkenntnisse bezüglich der optimalen ökonomischen Gewichtung relevanter „Weide“-Merkmale geben.

6 Exkurs: Messebesucher-Befragung zu Weidemilch

Im Rahmen der Projektvorstellung auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin (20. Januar 2017 bis 29. Januar 2017) bot sich die Möglichkeit, über die Erzeugung hinaus auch Konsumenten nach ihren Erwartungen an Weidemilch und damit indirekt an eine weidebasierte Milchviehhaltung zu untersuchen.

Der Hintergrund ist, dass aktuell neben der Weidehaltung von Milchvieh in der Öffentlichkeit das Thema Weidemilch eine große Rolle spielt. In Übertragung von Bestimmungen aus den Niederlanden wird diese meist unter Verwendung der 120/6 Regel angeboten. Dies bedeutet Kühe müssen mindestens 120 Tage im Jahr und mindestens 6 Stunden am diesen Tagen auf der Weide sein. In Deutschland bestehen zu Weidemilch jedoch keine rechtlichen Vorgaben, sondern es handelt sich jeweils um eine privatwirtschaftliche Regelung zwischen Molkerei und Landwirt. Diese wurden aber im Februar 2017 vom Oberlandesgericht (OLG) als rechtlich unbedenklich und als definierter Branchenstandard eingeordnet (OLG Nürnberg, 2017). Medienberichte wie der Titel „Weidemilch – nur ein Marketing-Gag?“ (Rohmann, 2016) beschreiben eine kritische Sicht. Die Kritik bezieht sich zum einen auf die relativ geringe Weidezeit. Werden die genannten Angaben von 120 Tagen à 6 Stunden ins Verhältnis zu einem ganzen Jahr gesetzt, ergibt sich ein Anteil von lediglich 8 %. Zum anderen werden fehlende Anforderungen hinsichtlich einer artgerechten Haltung und hinsichtlich der Kontrolle der Einhaltung von Regelungen als Kritik genannt. Im Gegensatz zu anderen Nutztieren wie Schweine und Geflügel steht die Milchviehhaltung aber sehr selten in der medialen Kritik. Dieses relativ positive Bild der Milchviehhaltung zeigt sich auch bei in der Vergangenheit durchgeführten Verbraucherbefragungen, in denen nahezu jeder zweite Befragte die aktuellen Haltungsbedingungen von Milchkühen als „eher gut“ bis „sehr gut“ einschätzt. In der Einschätzung der Tiergerechtheit zeigen sich zwischen den Haltungssystemen erhebliche Unterschiede. Während Anbindehaltung ausschließlich von 10 % der Befragten positiv oder sehr positiv beurteilt wurde, lag der Wert bei Anbindehaltung mit Weidegang oder Boxenlaufstall ohne Weidegang im Mittelfeld (42 bzw. 43 %). Der Boxenlaufstall mit Weidegang setzt sich mit 80 % positiv oder sehr positiver Bewertung deutlich von den anderen Haltungssystemen ab (Spiller, 2014).

So wurde in der Befragung der Messebesucher erhoben, welche Erwartungen Konsumenten durch eine Weidehaltung erfüllt sehen und welches Verständnis Konsumenten von Weidemilch haben. In Anlehnung an die Projektthemen wurde zum einen das Thema Züchtung miteinbezogen zum anderen nach einer Zahlungsbereitschaft gefragt. Diese kleine Konsumenten-Befragung erfolgte im Rahmen der Präsentation des Forschungsprojekts auf der Grünen Woche in der so genannten Biohalle am BMEL/BÖLN-Stand. Angesichts der speziellen Umgebung und des ausgewählten Teilnehmerkreises, können die Ergebnisse nicht verallgemeinert werden und müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Jedoch dienen sie als erste Einschätzung im Rahmen dieses Projektes hinsichtlich der Potentiale einer weidebasierten Milchviehhaltung. Darüber hinaus können sie als eine Vorstudie für eine umfangreichere Konsumenten-Studie in diesem Bereich verstanden werden.

Die Standbesucher wurden persönlich angesprochen und es wurde ihnen bei Interesse ein Fragebogen (DIN A5) zum Ausfüllen ausgehändigt. Der Fragebogen wurde bewusst sehr einfach und mit vier Fragen sehr kurz gehalten, um eine umfangreiche Teilnahme (Stichprobe) zu gewährleisten. Basierend auf den Themen des Projekts wurden mit zwei geschlossenen Fragen und sechs Auswahlmöglichkeiten die Erwartungen an Weidemilch bzw. an eine Weidekuh zur Wahl gestellt. Die Zustimmung erfolgte durch ankreuzen, dabei war die Anzahl der Kreuze nicht begrenzt. Die genaue Formulierung der Fragen und der Themenbereich sind in Tabelle 41 aufgeführt. Als offene Fragen wurde nach Assoziationen zu Weidemilch („Was fällt Ihnen spontan ein, wenn Sie an Weidemilch denken?“) und nach der Zahlungsbereitschaft („Für Weidemilch bin ich bereit ... €/l zu bezahlen.“) gefragt. Angesichts der erwartungsgemäß heterogenen Besuchergruppe wurde eine Einordnung in die Kategorien Verbraucher, Landwirt, Experte und Sonstige vorgesehen.

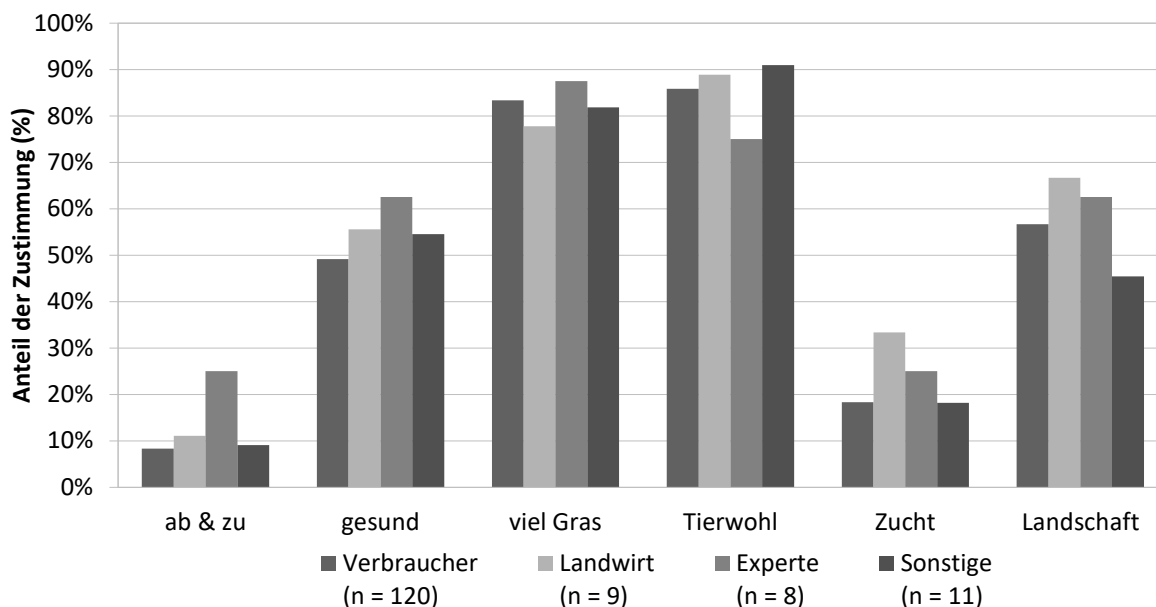
Tabelle 41: Formulierung der Fragestellungen der Befragung auf der Grünen Woche

	Formulierung der Frage	Themenbereich
Unter Weidemilch verstehe ich, dassdie Kühe nur <u>ab und zu</u> auf der Weide sind.	Länge der Weidedauer
	...die Milch sehr <u>gesunde</u> Inhaltsstoffe enthält.	Konsumentenbezogener Aspekt: gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe
	...die Tiere <u>viel Gras</u> auf der Weide fressen.	Gras als Futterration-Bestandteil
Eine Weidekuh solltesich auf der Weide erholen und wohlfühlen.	Tiergesundheit, Tierwohl
	...speziell für Weide gezüchtet sein.	Tierzucht auf Weideeignung
	...unsere Kulturlandschaft erhalten.	Landschaftsbild

Der Fragebogen wurde von 149 Besuchern abgegeben. Ein Fragebogen konnte nicht ausgewertet werden, da keine inhaltlichen Angaben erfolgten. Die Fragebögen wurden zum größten Teil von Verbrauchern (n = 120) ausgefüllt. Landwirte (9), Experten (8) und Sonstige (11) machten nur in geringem Umfang an der Umfrage mit. Die meiste Zustimmung (75 % bis 91 %) erhielten die Themenbereich Tierwohl und „viel Gras“, die nahezu gleichauf liegen. Jedoch sind die Anteile je nach Besuchergruppe unterschiedlich. Besonders auffällig ist hier die Gruppe der Experten, die dem Tierwohl-Statement in deutlich geringerem Umfang zustimmen. Der hohe Anteil an Zustimmung zum Tierwohl-Statement ist mit anderen Auswertungen zu Tiergerechtigkeit vergleichbar (Spiller, 2014). Angesichts dessen, dass bisher der tatsächlich gefressene Grasanteil in Weidemilch gar nicht geregelt ist, ist die Zustimmung enorm hoch. Im Mittelfeld (45 % bis 67 % Zustimmung) liegen die Themen Landschaft und die gesunden Inhaltsstoffe. Im Vergleich zeigte sich bei Spiller (2014) 77 % Zustimmung zu der Aussage „Eine Landschaft ohne weidende Kühe kann ich mir gar nicht vorstellen“ (Spiller, 2014). Hier könnte die Formulierung mit dem Begriff „Kulturlandschaft“ der Grund für eine geringere Zustimmung sein. Deutlich geringer ist die Zustimmung (8 % bis 33 %) bei den Statements zu Tierzucht und der Weidedauer „ab und zu“ (Abbildung 47).

Die geringe Zustimmung zu Tierzucht wird vermutlich weniger an der Ablehnung als an der Unkenntnis der Thematik liegen.

Abbildung 47: Zustimmung auf geschlossene Fragen zu Erwartungen an Weide
 Genaue Fragestellungen sind in Tabelle 41 aufgeführt. Quelle: Eigene Darstellung.



In Bezug auf die Weideintensität bestehen also sowohl eine geringe Zustimmung zu einer Beweidung, die nur „ab und zu“ erfolgt und eine hohe Zustimmung zu „viel Gras“ in der Futterration. In wie weit diese Verbrauchererwartungen durch die aktuellen Weidemilch-Kriterien von 120 Tagen à 6 Stunden erfüllt sind, wurde nicht erfragt und könnte mit Konsumentenuntersuchungen im Detail geklärt werden.

Eine monetäre Angabe, wieviel die Besucher für einen Liter Weidemilch bereit wären zu zahlen, wurde von 141 Personen genannt. Begriffe wie „angemessen“, plus 20 Cent oder plus 100 % flossen nicht in die Auswertung mit ein. Die Beträge lagen in der enormen Spanne von 30 Cent bis 5 Euro. In Abbildung 48 sind die genannten 141 Preise und verschiedene Milch-Verbraucherpreise im Januar 2017 der Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI, 2017) aufgeführt. Nur wenige Messebesucher gaben eine Zahlungsbereitschaft an, die unter dem konventionellen Milchpreis oder unter dem damaligen Weidemilchpreis liegt an. Etwa ein Viertel der Befragten nannte einen Preis von einem Euro und weniger. Diese Angabe liegt nur leicht unter dem tatsächlichen Preis von einem Liter Biomilch. Etwa 75 % der Befragten nannten folglich Zahlungsbereitschaften, die weit über die Verbraucherpreise von Biomilch hinausgehen.

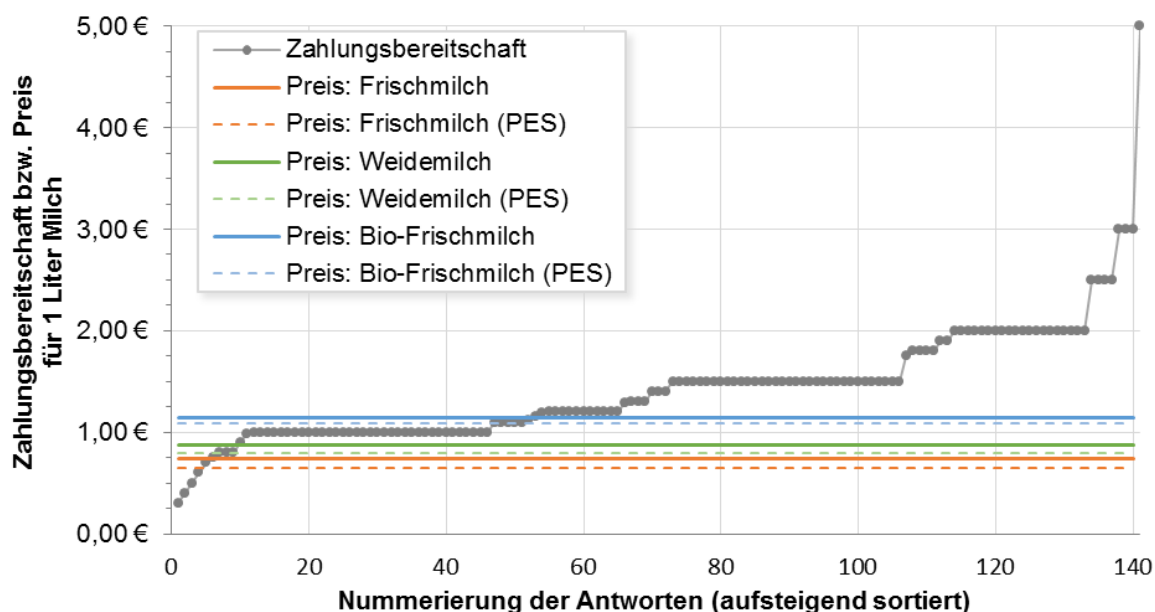


Abbildung 48: Zahlungsbereitschaft für 1 Liter Weidemilch in aufsteigender Reihenfolge im Vergleich mit Verbraucherpreisen verschiedener Milchqualitäten (im Karton, ab 3,5 % Fett)

PES: Preiseinstiegssegment, Quelle: Eigene Darstellung mit Preisen nach (AMI, 2017)

Bei der Interpretation der Angaben ist jedoch der Zeitpunkt der Auswertung zu beachten. Die Verbraucherpreise für konventionelle Milch waren nach der Tiefpreisphase bis Oktober 2016 (Mittel: 57 Cent, Preiseinstiegssegment: 46 Cent je Liter Frischmilch, ab 3,5 % Fett im Karton) wieder über 60 Cent angestiegen (AMI, 2017). Trotzdem war das Thema Milchpreise manchen Teilnehmern noch sehr präsent. So machten einzelne der Teilnehmer in Rückmeldungen deutlich, dass der angegebene Preis nicht als allgemeine Zahlungsbereitschaft, sondern vor allem als Statement gegen zu geringe Preise zu verstehen, die die Milcherzeuger nicht ausreichend entlohne. In welchem Umfang dies auf den Teilnehmerkreis zutrifft, kann jedoch nicht eingeschätzt werden. Andererseits sind die Rahmenbedingungen auf der Grünen Woche nicht mit einer üblichen Einkaufssituation vergleichbar, da dort den Messebesuchern keine Vergleichswerte vorlagen. Eine Begründung, warum die Zahlungsbereitschaft eher im (oberen) Biopreissegment anzusiedeln ist, könnte auch die Standposition in der Biohalle sein.

Alle Begriffe, die auf die Frage „Was fällt Ihnen spontan ein, wenn Sie an Weidemilch denken?“ genannt wurden, sind in Abbildung 49 aufgeführt. Je größer ein Wort geschrieben ist, desto häufiger wurde es genannt. Es zeigt sich ein weites Feld an Begriffen im engeren und weiteren Umfeld der Weidethematik liegen. Unterteilt nach Themenbereichen sind Weidespezifika wie „Kühe auf der Weide“, „frisches Gras“ oder „frische Luft“ 45 Mal genannt worden, gefolgt von Gesundheitsaussagen (z.B. Gesund, Lecker, Ohne Zusatz, Ungesättigte Fettsäuren) mit 42 Aussagen. Aussagen zu Tierwohl (Glückliche/Gesunde Tiere) und artgerechter Haltung (Freilandhaltung, sich bewegen können) wurden 30 Mal gemacht. Die Begriffe der Weidespezifika und Tierwohl sind der Vergleichsstudie sehr ähnlich, jedoch wurden hier Begriffe die sich auf einen gesundheitlichen Nutzen beim Menschen beziehen genannt, die dort nicht explizit genannt wurden (Spiller, 2014).

7 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Projekt wurden die folgenden praxisrelevanten Methoden entwickelt und Ergebnisse erzielt:

1. Erprobung eines Datenerfassungssystems für tierwohl- und tiergesundheitsbezogene funktionale Merkmale auf Basis von Betriebsbesuchen
2. Entwicklung von Datenbanken, in denen eigene Erhebungen und routinemäßig erfasste Leistungs- und Fruchtbarkeitsmerkmale verknüpft sind
3. Ausarbeitung von Schwächen und Stärken der eigenen (Weide-) Genetik im Vergleich zu Weidegenetik aus einem klassischen Weideproduktionssystem (Neuseeland)
4. Kategorisierung von Weideproduktionssystemen mit systemtheoretischer und empirischer Auswertung
5. Betriebswirtschaftliche Einschätzung verschiedener Weidebetriebstypen
6. Modellentwicklung für zukünftige Zuchtwertschätzungen
7. Bestimmung der züchterischen Nutzbarkeit und genetischer Beziehungen zwischen relevanten Merkmalen für die Produktion von Weidemilch
8. Möglichkeiten zur Merkmalsgewichtung im Gesamtzuchtwert Weide
9. Anpaarungsplanung zur Maximierung des Zuchtfortschritts, Vermeidung von Inzucht und Erbfehlern

Der Nutzen ist insgesamt sowohl auf Seiten der wissenschaftlichen Forschung durch methodische Weiterentwicklungen als auch auf Seiten der Praxis für milchviehhaltende Betriebe und relevante Akteure der Wertschöpfungskette durch eine verbesserte Informationsbasis zu konkreten züchterischen und betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen gegeben.

8 Geplante und erreichte Ziele

Die Erstellung einer Datenbank für alle im Rahmen der Betriebsbesuche erhobenen Merkmale (Erfassung neuer Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens: BCS, Verschmutzung, Locomotion, Sprunggelenksverletzungen, Parasitenbefunde) wurde planmäßig Ende des Jahres 2015 vervollständigt. Dabei sind 5113 Kühe an drei Besuchsterminen eingestuft und von 1143 Kühen an zwei Probeterminen Kotproben entnommen worden. Mit zwei großen Stallbetrieben (1642 erfasste Kühe) konnte durch Minimierung von Störfaktoren und Aufwand sowie aufgrund der einheitlicheren Datenerhebung in Selektionsgruppen bzw. beim Austrieb am 60er Melkkarussell ein konsistenter Datensatz für das Produktionssystem „reine Stallhaltung“ geschaffen werden. Weitere Stallbetriebe, die für die Untersuchung von Genotyp-Umwelt-Interaktionen als Vergleichsgruppe notwendig sind, sind in der Gesundheitsdatenbank des HVL enthalten, sodass seit 2013 von den 30 Stallbetrieben 5522 Kühe (von den 18 Weidebetrieben 2880 Kühe) Krankheitsdiagnosen lieferten. Damit ist die geplante Zahl von 2000 Kühen je Produktionssystem erreicht. Durch die Nutzung von Gesundheitsdaten und Klauenbefunden aus der Online-Datenbank wurde eine Lösung gefunden, die eine geringfügige Reduzierung der insg. geplanten sieben auf fünf Betriebsbesuche rechtfertigt und v.a. nachträgliches Einpflegen von Aufzeichnungen in Datenblätter und wiederholtes Nachfragen bei den Betrieben erspart.

Der Vergleich der genetischen Herkunft bzgl. Merkmalen der konventionellen Leistungsprüfung und Merkmalen für 'Tiergesundheit' und 'Tierwohlbefinden' wurde Mitte des Jahres 2015 abgeschlossen und ist in den Zwischenberichten entsprechend dokumentiert. Für einen Versuchsbericht des Partners LWKÖL und die Teilnahme an der Wissenschaftstagung sind die Auswertungen noch nachträglich innerhalb verschiedener Beweidungsintensitäten durchgeführt worden. Die benutzten Varianzanalysen mit Interaktionsterm aus Genotyp und Weideumfangsklasse wurden als eine Nachweismethode für Genotyp-Umwelt-Interaktionen verwendet. Weitere Studien zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen sind m.H. von Zuchtwertkorrelationen zur Absicherung der Schätzwerte für genetische Korrelationen aufgrund etwas erhöhter Schätzfehler zur EAAP- und DGfZ-Tagung im September 2015 planmäßig fertiggestellt worden.

Der auf das Ende des 2. Quartals 2015 datierte Abschluss der Betriebsbesuche hat sich um ein paar Wochen nach hinten verschoben. Dies ist darin begründet, dass die eingeplanten Parasitenuntersuchungen in Absprache mit dem dazugewonnenen Projektpartner TiHo erst nach einem gewissen Beweidungszeitraum und dem dadurch aufgebauten Parasitenruck etwa ab Juli sinnvoll waren. Stallbetriebe waren zwar ursprünglich auch für Kotbeprobungen vorgesehen, schieden jedoch aufgrund der Entscheidung für ein breiteres Spektrum an Parasitenspecies aus, da die meisten bei reiner Stallhaltung eine untergeordnete Rolle spielen. Anstelle der geplanten 400 Kühe war durch die Gelegenheit zur Nutzung des Labors und von Mitarbeitern der Parasitologie die Aufstockung auf 1144 Kühe (2006 Kotproben an zwei Terminen) gegeben. Dies eröffnete zudem die Möglichkeit Vergleiche der verschiedenen HF-Linien auf phänotypischer Ebene anzustellen sowie unter Nutzung der

verwandtschaftlichen Beziehungen über Genotypen hinweg Parasitenresistenzen auf genetischer Ebene zu untersuchen. Die höchsten Inzidenzen für Endoparasiten wurden bei DSN-Tieren, einer weiteren größtenteils unter Weidebedingungen gehaltenen HF-Linie, gefunden. Gerade bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben gewinnt diese alternative Genetik durch ihre lokale Angepasstheit und Ursprünglichkeit wieder an Bedeutung. Diese Tiere waren für Assoziationsstudien prädestiniert, da man durch die höheren Parasitenbefallszahlen eindeutiger zwischen anfälligen und resistenten Tieren unterscheiden konnte. Die mittels Chi-Quadrat-Test identifizierten genomischen Varianten, die mit einer Parasitenresistenz oder -toleranz signifikant assoziiert sind, sollen in folgenden Untersuchungen unter Berücksichtigung von Stratifikationseffekten noch abgesichert werden. Für die Typisierung von Kühen aus dem Projekt anstelle von neuseeländischen Besamungsbullen hatte man sich entschieden, da im Laufe des Projektes aufgrund der stärkeren Nachfrage von neuseeländischer Genetik auf dem europäischen Markt auch die Verfügbarkeit von Zuchtwerten für Anpaarungsentscheidungen sichergestellt war.

Die Verlängerung des Projekts um weitere drei Quartale lässt sich zum einen auf die eingesparten Labormittel durch Kooperation mit der Parasitologie und die oben dargelegte Reduzierung von Betriebsbesuchen durch Nutzung von Daten aus dem hessischen Gesundheitsmonitoring zurückführen, denn damit war wiederum Betreuungsaufwand für die Doktorandinnen Frau May und Frau Suchy verbunden. Zum anderen ist zusätzlicher zeitlicher Aufwand entstanden durch die umfangreichere Genotypisierung von 148 Kühen anstelle von etwa 30 neuseeländischen Bullen (über Spermaproben), in deren Planung, Durchführung und statistische Auswertung die Doktoranden Herr Naderi und Herr Scheper eingebunden waren.

Innovative genetisch-statistische Modelle, aber auch herkömmliche Wiederholbarkeitsmodelle, wurden in Form von Random-Regression- bzw. einfachen Tiermodellen bei Untersuchungen zur Parasitenresistenz, zum Einfluss von Hitzestress auf physiologische Merkmale und zu Rassevergleichen im Rahmen der Doktorarbeiten von Frau May und Herrn Al-Kanaan sowie in der Masterarbeit von Frau Jaeger angewandt. Diese drei Arbeiten sind zur Veröffentlichung vorgesehen; erstere ist akzeptiert im Journal of Dairy Science, die anderen werden in einer weiteren internationalen Fachzeitschrift, dem Livestock Science Journal, eingereicht. Zusätzliche Publikationen sind geplant zu Genotyp-Umwelt-Interaktionen, aufbauend auf der Masterarbeit von Maria Jaeger, sowie zur Ableitung von ökonomischen Gewichten für funktionale Merkmale, Gesundheitsmerkmale und Merkmale des Tierwohlbefindens in Weideproduktionssystemen in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Betriebslehre (BLKS). Wissenschaftliche Ergebnisse sollten international auf dem Weltkongress in Vancouver (2014) präsentiert werden, für den jedoch bereits ein halbes Jahr nach Projektbeginn noch kein Entwurf eingereicht werden konnte. Als Ersatz wurde stattdessen die Präsentation in Form eines Posters (Warschau) und eines Vortrags (Belfast) auf der europäischen Tierzuchttagung EAAP gewählt. Weitere Vorträge und Poster wurden auf nationalen Tagungen vorgestellt, die unter dem Abschnitt „Veröffentlichungen“ dokumentiert sind. Der Projektpartner BLKS konnte aufgrund der späteren Besetzung der Projektstelle

nicht an der geplanten internationalen Tagung teilnehmen, diese wurde durch die Teilnahme an der internationalen Weidetagung/AGGF-Jahrestagung in Luxemburg ersetzt. Weitere Vorträge und Poster wurden auf nationalen Tagungen vorgestellt, die unter dem Abschnitt „Veröffentlichungen“ dokumentiert sind.

Die am Fachgebiet Betriebslehre vorgesehene Mitarbeiterstelle konnte zum 16.06.2014 besetzt werden. Die Halbzeitstelle wurde für das erste halbe Jahr (16.06.2014 – 31.12.2014) auf eine volle Stelle aufgestockt, um die anstehenden, aber zunächst verschobenen Arbeiten nachzuholen. Die Datenerhebung für das AP II Einteilung der Betriebe in Produktionssysteme wurde im Herbst 2014 gemeinsam mit den Betriebsbesuchen AP I (Datenerfassung tierbezogener Parameter) durchgeführt. Dies erwies sich als sehr sinnvoll, da neben der Befragung der Landwirte zur Betriebscharakterisierung auch bei der Beurteilung der Tiere eine Unterstützung (z.B. Ablesen der Ohrmarken, Treiben der Tiere etc.) gewährleistet werden konnte. Für das AP II lagen bei 15 Betrieben schon einige Daten der Bachelorarbeit von Max Wefers vor, welche von dem Fachgebiet Betriebslehre ergänzt wurden. Die Identifizierung der ökonomisch relevanten Betriebstypen konnte mit einer umfangreichen literaturbasierten Systemanalyse, einer Faktoranalyse (Hauptkomponentenanalyse) und Clusteranalyse erreicht werden. Damit konnten auch Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Betriebstyp, Weidemanagementsystem und Neuseeländer Genetik-Anteil an der Milchkuhherde dargestellt werden. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die einzeltierspezifischen Gesundheitsparameter gelegt, die auch einzeltierspezifisch ausgewertet wurden.

Für das AP VI konnten umfangreiche Datensätze des Projektpartners LWKÖL für verschiedene Weideproduktionssysteme basierend auf deren Weideintensität in enger Zusammenarbeit ausgewertet werden. Dies ist ein enormer Vorteil, da betriebliche Daten möglicherweise fehlerhaft sein können und hier auf intensiv auf Plausibilität geprüfte Daten zurückgegriffen werden konnte. Jedoch lagen nicht für alle Projektbetriebe ökonomische Daten vor. Durch das Auswerten eines größeren Datensatzes mit teilweise weiteren Betrieben ermöglicht sich der Abgleich der Ergebnisse aus AP II hinsichtlich produktionstechnischer Daten. Eine darauf aufbauende Analyse der Korrelationen unterteilt in Produktionssystem, zur genaueren Untersuchung der Zusammenhänge Weideintensität – Wirtschaftlichkeit, schließt diesen Bereich ab.

Zum Abschluss des Projektes sollen die in den übrigen Arbeitspaketen erarbeiteten Ergebnisse den partizipierenden Betrieben vorgestellt werden, um über die Möglichkeiten der Zucht auf Gesundheit in Weidebetrieben zu informieren. Da durch die Beteiligung des Praxispartners Herrn Dr. Leisen (LWKÖL) ein kontinuierlicher Austausch mit den Projektbetrieben bestand, fand das Anwenderseminar (AP VIII) nur in Form von Arbeitskreistreffen statt. Zudem hatten interessierte Landwirte die Gelegenheit sich auf den Ökofeldtagen über die Eignung der Genotypen unter Weidebedingungen sowie Wirtschaftlichkeit verschiedener Weideintensitäten zu informieren. Während des ursprünglich vorgesehenen Zeitraums Anfang des Jahres 2017 bestand darüber hinaus die Möglichkeit zur Präsentation des Projekts auf der Internationalen Grünen Woche (Workshops für Schulklassen und Verbraucherinformation) in Berlin, wodurch ein Wissenstransfer an Konsumenten erreicht werden konnte.

9 Zusammenfassung

Da es bisher noch keine geeigneten genetischen Grundlagen für das Milchproduktionssystem 'Weide' gibt, war die Zielsetzung diese zu identifizieren. Eine Eignung wird sowohl im Bezug zur Wirtschaftlichkeit als auch im Bezug auf Tiergesundheit und Tierwohlbefinden benötigt. Dafür wurden auf Praxisbetrieben unterschiedliche Holstein Friesian (HF)-Genotypen (neuseeländischen Bullen und leistungsstarken Milchvererbern sowie für Weidesysteme empfohlenen Bullen aus Deutschland) angepaart. Schon vor Beginn des Projekts wurden nach den in 2010 begonnenen Anpaarungen erste Auswertungen der Töchter (F1) durchgeführt und es zeigte sich ein signifikant leichter Kalbeverlauf und eine signifikant niedrigere Totgeburtenrate, wenn der Vater des Kalbes ein Bulle aus Neuseeland oder ein für Weidebedingungen empfohlener deutscher Bulle war (Leisen und König, 2012). Bei Verfügbarkeit der ersten funktionalen Merkmale (Verschmutzung, Lahmheiten, Fruchtbarkeit) nach Projektbeginn im August 2013 ergaben erste Auswertungen, dass die in den Betrieben eingesetzte Weidegenetik durchaus eine Alternative darstellt und dies bestätigte sich im weiteren Projektverlauf mit Merkmalerfassungen auch an älteren Tieren. Bezüglich der Leistung sind Töchter von deutschen Weidebullen bei überwiegender Stallhaltung fast gleichauf mit der Vergleichsgenetik in den Betrieben, bei mittlerem Weideumfang (40-60 %) liegen sie an vorderster Stelle. Die neuseeländischen Kreuzungstiere sind jedoch bei mehr als 60 % Weideanteil den anderen Kreuzungen überlegen und zeigen damit ein gutes Anpassungsvermögen an deutsche Weidebedingungen. Bevor man weitere, belastbare Auswertungen anstellen kann, sollten noch weitere Laktationen und Kreuzungsgenerationen abgewartet werden. Dies wird die gezielte Schätzung von Kreuzungsparametern und Empfehlungen zu optimalen Kreuzungsschemata ermöglichen. Aufgrund der vorhandenen Bereitschaft der Landwirte weiter spezielle Weidegenetik einzusetzen und den aufgebauten Kontakten zu den jeweiligen Zuchtverbänden zwecks Spermabestellungen, ist mit einem weiteren Datenfluss zu rechnen. Dieser gestattet dann auch weiterführende Analysen wie z.B. die Korrektur unterschiedlicher Merkmalsintensitäten bei den Kühen aus herkömmlichen und alternativen Anpaarungen. Außerdem wird durch eine größere Datenbasis die Grundlage für eine Zuchtwertschätzung mit ausreichender Genauigkeit geschaffen. Im vorliegenden Datenmaterial nachgewiesene Genotyp-Umwelt-Interaktionen, gerade bei den Produktionsmerkmalen, würden bei einer weiterhin größtenteils auf Leistungen aus Stallbetrieben beruhenden Zuchtwertschätzung zu unterschiedlichen Rangierungen der Bullen führen, je nachdem, ob die Töchter dann Milch in Weidebetrieben oder in Betrieben mit reiner Stallhaltung geben. Ziel sollte demnach sein, für Weidebetriebe eine eigene Zuchtwertschätzung zu etablieren. Im Zuchtziel wären dann Merkmale zu integrieren, die für eine erfolgreiche sowie tiergerechte Weidemilchproduktion ausschlaggebend sind. Die Eignung dieser Merkmale (u.a. BCS, Verschmutzung, Leberegelresistenz) konnte bei der Durchführung der Merkmalerfassung und letztendlich bei der Schätzung genetischer Parameter (Erblichkeit, erwünschte Beziehung zu weiteren Merkmalen) abgeleitet werden. Eine jährliche Erhebung solcher funktionalen Merkmale wäre von offizieller Seite denkbar, aber auch durch den Landwirt selbst. Denn dadurch ist wie beispielweise beim BCS-Scoring

eine Schwachstellenanalyse möglich oder es wird durch Untersuchung von Kotproben die Notwendigkeit zum Einsatz von Entwurmungsmitteln oder zur Optimierung des Weidemanagements überprüft. Die Parasitenuntersuchung, bei der die Gruppe der Töchter neuseeländischer Besamungsbullen wahrscheinlich aufgrund jahrelanger Selektion auf eine geringere Anfälligkeit gegenüber Parasiten im dortigen Weideproduktionssystem am besten abgeschnitten hat, diente als Grundlage für die genomweite Assoziationsstudie. Für die Typisierung wurden DSN-Kühe, die Gruppe mit den höchsten Befallszahlen im Versuch, ausgewählt und es konnten potentielle genomische Varianten identifiziert werden, die mit einer Parasitenresistenz oder -toleranz assoziiert sind.

Aufbauend auf der Beschreibung des Weidesystems in Weideländern wie Neuseeland, wurden mit Hilfe einer Systemanalyse wichtige Komponenten einer weidebasierten Milchviehhaltung und deren ökonomische Relevanz beschrieben. Die produktionstechnischen Parameter wurden daraufhin verwendet, um die Betriebe in Weideproduktionssysteme einzuteilen, da bisher eine solche Kategorisierung fehlt. In der Faktoranalyse konnte gezeigt werden, dass der wichtigste Faktor einen Gradienten zwischen einem Produktionssystem mit hoher Milchleistung und Krafffuttergabe und geringerem Weideumfang und einem Vollweidesystem mit geringerer Milchleistung und Krafffutterintensität darstellt. Als geeigneter Parameter dieser Differenzierung wurde hier der Weideanteil (Rationsanteil der Weide während der Weideperiode) identifiziert. Eine weitere Differenzierung ergibt sich aus deren betrieblichen Spezialisierung auf einen bzw. der Gemischtheit mehrerer Betriebszweig/e auf einem Betrieb. Diese Zusammenhänge konnten mit einer Gruppierung anhand der Clusteranalyse in einen Betriebstyp Intensivbetrieb mit geringer Weideintensität, einen Vollweidebetrieb und einen Gemischtbetrieb bestätigt werden.

Durch die ökonomische Betriebszweiganalyse wurde deutlich, dass sowohl eine geringe als auch eine hohe Weideintensität zu ökonomischem Erfolg führen kann. Die Betriebstypen unterscheiden sich auch erheblich in ihrer strategischen Ausrichtung hinsichtlich des ökonomischen Erfolgs. Bei geringer Beweidung ist eine Maximierung der Milchleistung, mit hoher Tierzahl und Krafffutterintensität erfolgsversprechend.

Betriebe mit hoher Weideintensität erreichen wirtschaftlichen Erfolg durch andere Wirkmechanismen. Hier spielt die Senkung der Kosten, insbesondere durch Maximierung der Weideleistung und Reduzierung der Krafffutterintensität eine große Rolle. Dafür wird eine hohe Managementkompetenz sowohl im Bereich der Weideführung als auch Fütterung und in anderen Betriebsbereichen benötigt. Da Krafffutter zur Steigerung der Milchleistung ökonomisch nicht zu empfehlen ist, bietet sich diesen Betrieben als Strategie eine Optimierung der Tiergesundheit und Wohlbefinden an. Dies eröffnet zum einen die Möglichkeit mittels Reduzierung krankheitsbedingten Milchminderleistungen ökonomischen Erfolg zu erzielen. Zum anderen deckt sich ein guter Tiergesundheitsstatus mit gesellschaftlichen Erwartungen hinsichtlich einer Weidehaltung.

Unter höheren Weideintensitäten hat sich gezeigt, dass der Einsatz von Weidegenetik auch leistungsmäßig Vorteile bringt. Zur adäquaten Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Voraussetzungen ist eine Charakterisierung der einzelnen Weidebetriebe hinsichtlich ihrer

Grünlandnutzung, die von LWKÖL bereits umfangreich vorgenommen wurde, noch weiter auszubauen. Abgesehen vom Betriebseffekt wäre damit eine Korrektur auf Weideumfang in Form eines fixen Effektes, als Regression oder durch Verwendung eines Mehrmerkmalsansatzes denkbar. Ein Hauptziel im Rahmen von "WEIDEKUH II" war die Entwicklung eines "Gesamtzuchtwertes Weide" (GZW-Weide). Dieser soll den Projektpartnern (LWKÖL und RUW), aber auch weiteren interessierten (Zucht-)verbänden Argumente liefern eine eigene Vermarktung für das Produkt "Gesamtzuchtwert Weide" (GZW-Weide) zu implementieren. Nach aktuellen Berechnungen setzt sich dieser zu 53-55 % aus Milchleistungsmerkmalen, zu 11-14 % aus Merkmalen mit Bezug zur Futtereffizienz und zu 29-30 % aus direkt erfasseter Euter- und Klauengesundheit zusammen. Dazu wurden Systeme mit geringen und hohen Weideintensitäten definiert, deren Kosten, Produktionskennzahlen und genetische Parameter in die Berechnung einfließen. Bei Verfügbarkeit weiterer Daten aus typischen Weidebetrieben sind Anpassungen nötig, die wahrscheinlich zu einer stärkeren Gewichtung von Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer führen werden. Die Konkurrenzfähigkeit der eigenen Weidegenetik zur neuseeländischen Genetik (Ausnahme: bei Weideanteil > 60 %: hier war die neuseeländische Genetik überlegen) und die Überlegenheit gegenüber der gängigen Vergleichs-genetik wurde in diesem Projekt für die F1-Generation belegt und sollte im Sinne der Förderung nachhaltiger Züchtungsstrategien und auch zur Stärkung heimischer Zuchtverbände im internationalen Wettbewerb durch Kooperation mit (ökologisch wirtschaftenden) Weidebetrieben und der Wissenschaft weiterverfolgt werden. Durch den Einsatz angepasster genetischer Grundlagen und ökonomisch optimierte Beweidungsstrategien für Milchviehbetriebe kann schließlich zum Erhalt des Grünlands in Deutschland beigetragen werden.

10 Literaturverzeichnis

- AMI 2016. Preise für Öko-Milch erneut im Plus. (www.ami-informiert.de/ami-maerkte/maerkte/ami-maerkte-oekolandbau/meldungen/meldungen-single-ansicht/article/preise-fuer-oeko-milch-erneut-im-plus.html), Zugriff am 10.12.16.
- AMI 2017. Anfrage Verbraucherpreise Milch. Persönliche Mitteilung per Mail von Dittrich, Judith am 12.06.2017 mit Angaben zu Milch-Verbraucherpreisen (Quelle: AMI-Verbraucherpreisspiegel).
- Anonym 2017. Alimentation du troupeau – Calcul et équilibre d'une ration pour vaches laitières. (deveniragriculteur.eu/index.php/2017/01/08/calcul-et-equilibre-dune-ration-pour-vaches-laitieres/), Zugriff am 03.03.17.
- Armbrecht, L., Lambertz, C., Albers, D., Gauly, M. 2015. Tierwohl von Milchkühen bei Stall- und Weidehaltung - Ein Vergleich anhand des Welfare Quality® Protokolls. In: Gieseke, D., et al. (Hrsg.): Tierhaltung im Spannungsfeld von Tierwohl, Ökonomie und Gesellschaft. Tierwohl-Tagung, 07.-08. Oktober 2015 in Göttingen, 70–72.
- Backhaus, K. 2008. Multivariate Analysemethoden. Eine Anwendungsorientierte Einführung. Springer, Berlin.
- Barger, I.A. 1993. Influence of sex and reproductive status on susceptibility of ruminants to nematode parasitism. *Int. J. Parasitol.* 23, 463-469.
- Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N., Holmes, C. W., Macdonald, K. A. 2010. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53 (2), 109–133.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hg.) 2015. Die bayerische Milchwirtschaft im freien Wettbewerb. LfL-Jahrestagung. Oktober 2015, Grub.
- Bergk, N. und Swalve, H.H. 2011. Der Fett-Eiweiß-Quotient in der Früh-laktation als Indikator für den Verbleib von Erstkalbinnen in der Milchkuhherde. *Züchtungskunde* 83, 89–103.
- Berry, S. 2005. Locomotion Scoring – How to do it. University of California, University of California. (http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/6lame/New5point_locomotionscoreguide.pdf), Zugriff am 28.06.2017.
- Blank, B., Schaub, D., Paulsen, H. M., Rahmann, G. 2013. Vergleich von Leistungs- und Fütterungsparametern in ökologischen und konventionellen Milchviehbetrieben in Deutschland. *Landbauforschung*, 63 (1), 21–28.
- Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J. B. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.* 90:1947–1956.
- BÖLW (Bund Ökologische Landwirtschaft). 2016. Zahlen, Daten, Fakten: Die Bio-Branche 2016; (<http://www.boelw.de/themen/zahldatenfakten/>) Zugriff am 03.03.17.
- Brade, W. 2012. Vor- und Nachteile der Weidehaltung von hochleistenden Milchkühen. In: BMELV (Hrsg.): Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. Kohlhammer, Stuttgart, 447–466.
- Brügemann, K., Gernand, E., von Borstel, U.K., König, S., 2012. Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Arch. Tierz.*, 55, 13-24.

- Burow, E., Rousing, T., Thomsen, P. T., Otten, N. D., Sørensen, J. T. 2013. Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare index. *Animal*, 7 (5), 834–842.
- Burren, A., Gazzarin, C., Keckeis, K., Kunz, P., Piccand, V., Pitt-Käch, S., Rieder, S., Roth, N., Schori, F., Thomet, P., Troxler, J., Wanner, M., Weilenmann, S. 2010. Projekt Weidekuhgenetik 2007 - 2010. Schlussbericht.
- Buttchereit, N., Stamer, E., Junge, W., Thaller, G. 2011. Short communication: Genetic relationships among daily energy balance, feed intake, body condition score, and fat to protein ratio of milk in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 1586-1591.
- Calo, L.L., McDowell, R.E., Van Vleck, L.D., Miller, P.D. 1973. Genetic aspects of beef production among Holstein-Friesian pedigrees selected for milk production. *J. Anim. Sci.* 37, 676–682.
- Calus, M.P.L., Janss, L.L.G., Veerkamp, R.F. 2006. Genotype by environment interaction for somatic cell score across bulk milk somatic cell count and days in milk. *J. Dairy Sci.* 89, 4846–4857.
- Castillo-Juarez, H., Oltenacu, P.A., Blake, R.W., McCulloch, C.E., Cienfuegos-Rivas, E.G. 2000. Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate and somatic cell score in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 83, 807–814.
- Cha, E., Hertl, J. A., Bar, D., Gröhn, Y. T. 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Preventive Veterinary Medicine*, 97 (1), 1–8.
- Chapinal, N., Barrientos, A. K., von Keyserlingk, M. A. G., Galo, E., Weary, D. M. 2013. Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. *Journal of Dairy Science*, 96 (1), 318–328.
- Charlton, G., Rutter M., East M., Sinclair L. 2010. Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 130, 1-9.
- Clark, D. A., Caradus, J. R., Monaghan, R. M., Sharp, P., Thorrold, B. S. 2007. Issues and options for future dairy farming in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 50 (2), 203–221.
- Cleven, M., Verhoeven, A., Pries, M., Berendonk, C., Wrage-Mönnig, N. 2015. Wieviel Milch bringt die Weide? Vergleich zweier Berechnungsmethoden. In: *Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei (LAZBW) (Hrsg.): 59. Jahrestagung der AGGF in Aulendorf vom 27. – 29. August 2015. „Grünland effizient und umweltschonend nutzen“*, 193–195.
- Coppieters, W., Mes, T.H.M., Druet, T., Farnir, F., Tamma, N., Schrooten, C., Cornelissen, A.W.C.A, Georges, M., Ploeger, H.W. 2009. Mapping QTL influencing gastrointestinal nematode burden in Dutch Holstein-Friesian dairy cattle. *BMC Genomics* 10, 96.
- Corazzin, M., Piasentier, E., Dovier, S., Bovolenta, S. 2010. Effect of summer grazing on welfare of dairy cows reared in mountain tie-stall barns. *Italian Journal of Animal Science*, 9 (3), 304–312.
- Cowley, F., Barber, D., Houlihan, A., Poppi, D. 2015. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *J Dairy Sci.* 98(4):2356–2368.
- Cromie, A. R., Keller D. L., Gordon F. J., Rath M. 1998. Genotype by environment interaction for milk production traits in Holstein Friesian dairy cattle in Ireland. *Interbull Bulletin* 17, 100-104.

- CRV 2017. Low N Sires™- A new direction in breeding. (<https://www.crv4all.co.nz/lownsires/>), Zugriff am 03.03.17.
- Dairy NZ 2017a. Economic Survey 2015-16. (www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/dairynz-economic-survey-2015-16/), Zugriff am 02.03.17.
- Dairy NZ 2017b. Economic Values. (<https://www.dairynz.co.nz/animal/animal-evaluation/interpreting-the-info/economic-values/>), Zugriff am 03.03.17.
- Dillon, P., Berry, D. P., French, P. 2014. The ideal dairy cow for pasture-based production systems (Hrsg.): Book of abstracts of the 65th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 25-29 August, 2014 in Copenhagen, Denmark.
- Dillon, P., Hennessy, T., Shalloo, L., Thorne, F., Horan, B. 2008. Future outlook for the Irish dairy industry. A study of international competitiveness, influence of international trade reform and requirement for change. *International Journal of Dairy Technology*, 61 (1), 16–29.
- DLG 2010. Milchviehhaltung. Erfolgsfaktoren für Spitzenbetriebe. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- DLG 2011. Die neue Betriebszweigabrechnung. Ein Leitfaden für die Praxis. Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMVEL-Jahresabschlusses. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Dohme-Meier, F., Kaufmann, L. D., Görs, S., Junghans, P., Metges, C. C., van Dorland, H. A., Bruckmaier, R. M., 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. *Livestock Science*, 162, 86–96.
- Duncan, I.J.H., Petherick C. 1991. The implications of cognitive processes for animal welfare. *J. Anim. Sci.* 69, 5017-5022.
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68–78.
- Elsäßer, M., Jilg, T., Thumm, U. 2014. Weidewirtschaft mit Profit. Neue Perspektiven für Milchkuhhalter. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Ertl, P., Knaus, W., Steinwidder, A. 2013. Biologische Milchviehhaltung ohne Konzentratfuttereinsatz: Auswirkungen auf Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit. In: Neuhoff, D., et al. (Hrsg.): Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung., 5.-8. März 2013 in Bonn, 524–527.
- Feucker, W., Staufenbiel R. 2003. Zentraler Diagnoseschlüssel. http://www.portalrind.de/index.php?module=Downloads&func=prep_hand_out&lid=17. Access 16.03.2010.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J.D. 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Science*, 68, p205-216.
- Gasbarre, L.C., Leighton, E.A, Sonstegard, T. 2001. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.* 98, 51-64.
- Gazzarin, C., Frey, H.-J., Petermann, R., Höltschi, M. 2011. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz*, 2 (9), 418–423.
- Gernand E., Rehbein P., von Borstel U.U., König S. 2012. Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. *J. Dairy Sci.* 95(4), 2144-56.

- Gillespie, J., Nehring, R., Hallahan, C., Sandretto, C. 2009. Pasture-Based Dairy Systems: Who Are the Producers and Are Their Operations More Profitable than Conventional Dairies? *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 34 (3), 412–427.
- Gordan, B. S., Primavera, L. H. 1983. The Complementary Use of Cluster and Factor Analysis Methods. *J. Exp. Educ.*, 51 (4), 165–168.
- Götz, K.-U. 2015. Die bayerische Milchwirtschaft im freien Wettbewerb - Positionierung der bayerischen Rassen im freien Wettbewerb. LfL-Jahrestagung. 22. Oktober 2015 in Grub.
- Gräfe, E. 2010. Betriebswirtschaftliche Richtwerte Ökologische Milchproduktion. (www.tll.de/ainfo/betr0465.htm), Zugriff am 18.05.15.
- Greimel, M. 1999. Ganzjahresstallhaltung im Vergleich zur Weidehaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht. 5. Alpenländisches Expertenforum, BAL-Tagungsbericht, 79-80.
- Härle, C. M. 2010. Ökonomische Analyse des Betriebszweiges Milchproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit. Technische Universität München, München.
- Harms, J. o. J. Betriebswirtschaftliche Beurteilung der Ergebnisse aus dem Vergleich Stall- bzw. Weidehaltung tragender Jungrinder. (www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Archiv_Verfahrensoekonomie/_Dateien/Vergleich_Stall-_Weidehaltung.pdf), Zugriff am 03.03.17.
- Hazel, L.N. 1943. The Genetic Basis for Constructing Selection Indexes. *Genetics*, 28, 476-490.
- Hemme, T., Christofferson, K., Deeken, E., Holzner, J., Garcia, O., Jägersberg, P., Reil, A., Faßbender, W. 2002. Status and prospects of typical dairy farms world-wide. IFCN Dairy Report, Braunschweig.
- Heringstad, B., Klemetsdal G., Steine T. 2007. Selection responses for disease resistance in two selection experiments with Norwegian Red cows. *J. Dairy Sci.* 90:2419-2426.
- Heringstad, B., Wu, X.-L., Gianola, D. 2009. Inferring relationships between health and fertility in Norwegian Red cows using recursive models. *J. Dairy Sci.* 92, 1778–1784.
- Hernandez-Mendo, O., Keyserlingk, M.A.G. von, Veira, D. M., Weary, D. M. 2007. Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 90 (3), 1209–1214.
- Hietala P, Wolfova M, Wolf J, Kantanen J, Juga J. 2014. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. *J Dairy Sci.* 97, 1092–106.
- Hofstetter, P., Frey, H.-J., Gazzarin, C., Wyss, U., Kunz, P. 2014. Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science*, 152 (6), 994–1011.
- Horan, B., Dillon, P., Faverdin, P., Delaby, L., Buckley, F., Rath, M. 2005. The Interaction of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score. *J. Dairy Sci.*, 88 (3), 1231–1243.
- Horn, M., Steinwider, A., Gasteiner, J., Podstatzky, L., Haiger, A., Zollitsch, W. 2013. Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livestock Science*, 153 (1-3), 135–146.
- Huquet, B., Leclerc, H., Ducrocq, V. 2012. Modelling and estimation of genotype by environment interactions for production traits in French dairy cattle. *Genetics, Selection, Evolution : GSE*, 44 (1), 35.
- Huth, F. 1995. Laktation des Rindes. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.

- Isselstein, J., Brennecke, F., Klages, A., Morgenstein, L., Tonn, B., Volling, O. 2013. Qualität des Weidefutters in der ökologischen Milchviehhaltung. In: Neuhoff, D., et al. (Hrsg.): Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung., 5. - 8. März 2013 in Bonn, 530–531.
- Ivemeyer, S., Brinkmann, J., March, S., Simantke, C., Winckler, C., Knierim, U. 2017. Identifizierung von Bio-Milchviehbetriebstypen sowie deren Betriebs-, Herden- und Managementcharakteristika. In: Wolfrum, S., et al. (Hrsg.): Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer, 7. bis 10. März 2017 in Freising-Weihenstephan, 740–743.
- Karimi, M. T., Ghorbani G. R., Kargar S., and Drackley J. K. 2015. Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1–11.
- Keller, K., Fürst-Waltl, B., Baumung, R., Fekete, Z., Szabó, F. 2009. Einfluss der Länge der Weideperiode auf die Betriebsrentabilität und auf die ökonomischen Gewichte von Merkmalen in der Fleischrinderzucht. *Züchtungskunde*, 81 (4), 225–234.
- Kiefer, L. 2014. Gesamtbetriebliche Analyse von Weidebetrieben und Weidesystemen in der Milchviehhaltung in unterschiedlichen Regionen Süddeutschlands. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Kiefer, L., Bahrs, E., Over, R. 2013. Vorzüglichkeit der ökologischen Weidemilchproduktion im Kontext steigender Kraftfutterpreise. In: Neuhoff, D., et al. (Hrsg.): Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung., 5. - 8. März 2013 in Bonn.
- Kiefer, L., Bahrs, E., Over, R. 2014. Die Vorzüglichkeit der Grünlandnutzung in der Milchproduktion Potenzielle Vorteile der Vollweidehaltung. In: Kirschke, D., et al. (Hrsg.): Wie viel Markt und wie viel Regulierung braucht eine nachhaltige Agrarentwicklung?, 25. bis 27. September 2013 in Berlin, 173–184.
- Kiefer, L., Over, R. 2014. Wann ist Weidemilch wettbewerbsfähig? *top agrar*, 8/2014, R10-R13.
- Kohnen, H., Boonen, J., Conter, G. 2014. 10 Jahre Betreuung von On-farm Weideprojekten mit Milchvieh: Methodik und Ergebnisse. In: Reidy, B.; Gregi, B.; Thomet, P. (Hrsg.): Tagungsband Weidetagung. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, 21. bis 22. August 2014 in Zollikofen, Schweiz.
- Kohnen, H., Schellberg, J. 2009. Futterkosten, Milchleistungskurven und Fruchtbarkeit von hochleistenden Milchkühen mit Weidegang. Resultate des FILL- Weideprojektes 2003-2008. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Internationale Weidetagung 2009. „Vollweidehaltung – Umsetzung in der Praxis mit begleitender Beratung“, 28. und 29. April 2009 in Grub, 81–85.
- Komlósi I, Wolfová M, Wolf J, Farkas B, Szendrei Z, Béri B. 2010. Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in Hungary. *127(2)*, 143-53.
- Kondo, S., Sekine J., Okubo M., Asahida Y. 1989. The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24, 127- 35.
- König, S., Dietel G., Raeder I., Swalve H.H. 2005. Genetic relationships between dairy performance under large-scale farm and family farm conditions. *J. Dairy Sci.* 88, 4087-4096.
- König, S., Simianer H. 2006. Approaches to the management of inbreeding and relationship in the German Holstein dairy cattle population. *Livest. Sci.* 103 (1-2), 40–53.

- König, S., Swalve H.H. 2006. A model calculation on the prospects of an improvement of claw health in dairy cattle via genetic selection. *Züchtungskunde* 78, 345-356.
- König, S., Chang Y.M., von Borstel U.U., Gianola D., Simianer H. 2008. Genetic and phenotypic relationships among milk urea nitrogen, fertility, and milk yield in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 91, 4372-4382.
- Krupová, Z., Motyčka, J., Krupa, E., Michaličková, M. 2016. Economic importance of milch traits in Czech Holstein cattle under various milk payment systems. 24th Int. Symp. "Animal Science Days", Ptuj, Slovenia, Sept. 21st-23rd, 2016.
- KTBL 2010. Datensammlung Ökologischer Landbau. Daten für die Betriebsplanung. KTBL, Darmstadt.
- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen 2011. Saisonale Vollweide. Endbericht zum Hessischen Weideprojekt. (www.lh.hessen.de/downloads/landwirtschaft/pflanzenproduktion/gruenland/weidemilch-2011.pdf), Zugriff am 11.05.15.
- Leisen, E., Pries, M., Heimberg, P., Vormann, M. 2009. Kraffuttermengen und Milchleistung bei Weidegang von Milchviehherden im ökologischen Landbau. In: Mayer, J. (Hrsg.): Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Köster, Berlin, 82-85.
- Leisen, E., Rieger, T. 2011. Wirtschaftlichkeit ökologischer Milchviehhaltung bei unterschiedlichem Weideumfang – 5-jährige Auswertung. In: Leithold, G., et al. (Hrsg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Köster, Berlin, 262-265.
- Leisen, E., König S. 2012. Nachkommenvergleich von HF- und Jersey-Bullen unterschiedlicher Populationen in Weidebetrieben 2010-2021. Versuchsbericht Leitbetriebe Ökologischer Landbau, 218-223.
- Leisen, E., Spiekers, H., Diepolder, M. 2013. Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.): Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau. 57. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, 29. – 31. August 2013 in Triesdorf.
- LfL 2017. Der Ökologische Gesamtzuchtwert April 2017. (<http://www.lfl.baern.de/itz/rind/018887/>), Zugriff am 03.03.17.
- Lind, B. 2007. Ableitung der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten und optimalen Indexgewichte des Gesamtzuchtwertes für die deutschen Milch- und Zweinutzungsrasen unter Berücksichtigung aktueller und erwarteter zukünftiger Rahmenbedingungen. (hdl.handle.net/11858/00-1735-0000-0006-B003-F), Zugriff am 04.08.14.
- Lopez-Villalobos, N., D. J. Garrick, C. W. Holmes, H. T. Blair, R. J. Spelman. 2000. Effects of selection and crossbreeding strategies on industry profit in the New Zealand Dairy industry. *J. Dairy Sci.* 83:164-172.
- Madsen, P., Jensen, J. 2013. A user's guide to DMU. A package for analysing multivariate mixed models. Version 6, release 5.2. Center for quantitative genetics and genomics. Dept. of Molecular Biology and Genetics, University of Aarhus, Research Centre Foulum. Tjele, Denmark.
- March, S., Brinkmann, J., Müller, J., Winckler, C. 2017. Welchen Einfluss hat der Weidegang auf die Gesundheit von Milchkühen? Präsentation auf der 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Landbau Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. 07.-10.03.2017 in Freising-Weihenstephan.

- McCall, D. G., Clark, D. A. 1999. Optimized dairy grazing systems in the northeast United States and New Zealand. II. System analysis. *J. Dairy Sci.*, 82 (8), 1808–1816.
- McCarthy, B., Delaby, L., Pierce, K. M., Journot, F., Horan, B. 2011. Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 5 (5), 784–794.
- McCarthy, S., Horan, B., Dillon, P., O'Connor, P., Rath, M., Shalloo, L. 2007. Economic comparison of divergent strains of Holstein-Friesian cows in various pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 90 (3), 1493-1505.
- Miglior, F., Muir, B.L., van Doormaal, B.J. 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.* 88, 1255-1263.
- Menke, A., Hünting, K., Pries, M. 2004. Rübenprodukte in der Rinderfütterung. (www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/rinderhaltung/fuetterung/archiv/ruebenprodukte.htm), Zugriff am 03.03.17.
- Milchtrends 2016. Regionale Entwicklung der Milchproduktion in Deutschland. (www.milchtrends.de/daten/milchproduktion/regionale-entwicklung-der-milchproduktion/), Zugriff am 22.03.17.
- Molina-Hernández, V., Mulcahy, G., Pérez, J., Martínez-Moreno, Á, Donnelly, S., O'Neill, S.M., Dalton, J.P., Cwiklinski, K. 2015. Fasciola hepatica: We may not be there yet but we're on the right road. *Vet. Parasitol.* 208, 101-111.
- Mügge, B., Lutz, W.E., Südbek, H., Zelfel, S. 1999. Deutsche Holsteins: Die Geschichte einer Zucht. Verlag Eugen Ulmer.
- Mülling, C., Hagen, J. 2012. Bedeutung von Klauenerkrankungen und funktionelle Anatomie der Klaue. *Der Praktische Tierarzt*, 93 (Suppl. 1), 4-10.
- National Research Council. 1971. A Guide to Environmental Research on Animal. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Nauta, W.J., Veerkamp, R.F., Brascamp, E.W., Bovenhuis H. 2006. Genotype by Environment Interaction for Milk Production Traits Between Organic and Conventional Dairy Cattle Production in The Netherlands. *J. Dairy Sci.* 89 (7), 2729 - 2737.
- Nielsen, H. M., A. Groen, J. Pedersen, and P. Berg. 2004. Stochastic simulation of economic values and their standard deviations for production and functional traits in dairy cattle under current and future Danish production circumstances. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 54, 113–126.
- Nocek, J. 2014. Hock assessment for cattle. Cornell University. (<https://dspace.library.cornell.edu/bitstream/1813/36913/1/hockscore.pdf>. Accessed accessed 2014.)
- Oikonomou, G., Valergakis, G.E., Arsenos, G., Roubies, N., Banos, G. 2008. Genetic profile of body energy and blood metabolic traits across lactation in primiparous Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 91, 2814–2822.
- OLG Nürnberg 2017. Erfolgreiche Unterlassungsklage gegen die Bezeichnung einer Vollmilch als „frische Weide-Milch“. Endurteil vom 07.02.2017 - 3 U 1537/16 - Bürgerservice. (www.gesetze-bayern.de/Content/Document/Y-300-Z-BECKRS-B-2017-N-102379?hl=true&AspxAutoDetectCookieSupport=1), Zugriff am 22.03.17.
- OMAFRA 2012. Organic Dairy Production. (<http://www.omafra.gov.on.ca/english/live-stock/dairy/facts/10-087.htm>), Zugriff am 03.03.17.
- Pedersen, J., M. K. Sørensen, M. Toivonen, J.-Å. Eriksson, and G. P. Aamand. 2008. Report on economic basis for a Nordic total merit index. (<http://www.nordicebv.info/wp->

content/uploads/2015/05/Report-on-Economic-Basis-for-a-Nordic-Total-Merit-Index.pdf), Zugriff am 28.07.2017.

- Perri, A.F., Mejía, M.E., Licoff, N., Lazaro, L., Miglierina, M., Ornstein, A., Becu-Villalobos, D., I.M. Lacau-Mengido. 2011. Gastrointestinal parasites presence during peripartum decreases total milk production in grazing dairy Holstein cows. *Vet. Parasitol.* 178, 311-318.
- Piccand, V., Cutullic, E., Meier, S., Schori, F., Kunz, P. L., Roche, J. R., Thomet, P. 2013. Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. *J. Dairy Sci.*, 96 (8), 5352–5363.
- Piccand, V., Meier, S., Cutullic, E., Weilenmann, S., Thomet, P., Schori, F., Burke, C. R., Weiss, D., Roche, J. R., Kunz, P. L. 2011. Ovarian activity in Fleckvieh, Brown Swiss and two strains of Holstein-Friesian cows in pasture-based, seasonal calving dairy systems. *J. Dairy Res.*, 78 (4), 464–470.
- Pimentel, E. C. G., and S. König. 2012. Genomic selection for the improvement of meat quality in beef. *J. Anim. Sci.* 90, 3418-3426.
- Qualitas 2016. Geschäftsbericht 2016.
- Rehbein, P., Brügemann, K., Yin, T., König v. Borstel, U., Wu, X.-L., König, S. 2013. Inferring relationships between clinical mastitis, productivity and fertility: A recursive model application including genetics, farm associated herd management, and cow-specific antibiotic treatments, *Preventive Veterinary Medicine* 112 (1–2), 58-67.
- Reijs, J.W., Daatselaar, C.H.G., Helming, J.F.M., Jager, J., Beldman, A.C.G. 2013. Grazing dairy cows in North-West Europe; Economic farm performance and future developments with emphasis on the Dutch situation. (www.wageningenur.nl/upload_mm/1/3/e/e3bf04c2-7b20-4f0e-9d43-4c8143af2812_Rapport%202013-001%20Reijs_DEF_WEB.pdf), Zugriff am 01.05.15.
- Reneau, J.K., Seykora, A.J., Heins, B.H., Endres, M.I., Farnsworth, R.J., Bey, R.F. 2005. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227, 1297–1301.
- Robertson, A. 1959. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics*, 15, 469-85.
- Rohmann, I. 2016. Weidemilch - nur ein Marketing-Gag? (www1.wdr.de/verbraucher/gesundheit/weidemilch-102.html), Zugriff am 22.03.17.
- Rozzi, P., Miglior F., Hand K. J. 2007. A total merit selection index for Ontario organic dairy farmers. *J. Dairy Sci.* 90, 1584-1593.
- Rust, M. (2016) CHbraunvieh Nr. 9/2016, 8–9.
- Sant Anna, A.C., Paranhos da Costa, M.J.R. 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *J. Dairy Sci.* 94, 3835–3844.
- Sauvant, D., Perez, J.-M., Tran, G., Ponter, A. 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Schleyer, A., Lorleberg, W., Mergenthaler, M. 2013. Steigerung der landwirtschaftlichen Wertschöpfung durch Produkte aus Weidehaltungssystemen. (www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw_1/download_1/professoren_1/lorleberg/Weidemilch_Abschlussbericht_131008_final.pdf), Zugriff am 14.04.17.
- Schröder, A., Bennett, R., Rulquin, H. 2008. Rationsgestaltung mit Aminosäuren: Das nXAA-System - eine Erweiterung des nXP-Systems. In: VDLUFA (Hrsg.): Erhöhte Biomassenachfrage - eine neue Herausforderung für die Landwirtschaft. 120. VDLUFA-Kongress in Jena, 305–312.

- Schüller, L.K, Burfeind, O., W. Heuwieser. 2014. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. *Theriogenology*. 81, 1050–1057.
- Sordillo, L.M., Contreras, G.A., Aitken, S.L. 2009. Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. *Anim. Health. Res. Rev.* 10, 53-63.
- Spiller, A. 2014. Gehören Kühe auf die Weide? Ein Denkanstoß zum Image der Haltungssysteme. Diskussionsbeitrag 1402.
- Statistisches Bundesamt 2008. Betriebe mit ökologischem Landbau - Agrarstrukturerhebung 2007. Tabelle 6 Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung 2007 nach Betriebsgrößenklassen.
- Statistisches Bundesamt 2011. Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung - Landwirtschaftszählung/Agrarstrukturerhebung - 2010. Tabelle 1410 R Weidehaltung von Milchkühen auf Betriebsflächen im Kalenderjahr 2009.
- Statistisches Bundesamt 2014. Viehbestand - 3. November 2013.
- Statistisches Bundesamt 2017. Viehbestand - 3. November 2016.
- Steinberger, S. 2010. Jungviehaufzucht auf Vollweidebetrieben mit saisonaler Abkalbung.
- Steinberger, S., Rauch, P., Spiekers, H., Hofmann, G., Dorfner, G. 2012. Vollweide mit Winterkalbung. Ergebnisse von Pilotbetrieben. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Freising.
- Steinwider, A., Häusler, J. 2015. Effiziente Weidehaltung durch betriebsangepasste Weidesysteme und Weidestrategien. 42.42. Viehwirtschaftliche Fachtagung Viehwirtschaftliche Fachtagung, 139–150.
- Steinwider, A., Starz, W. 2015. Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Stocker, Graz.
- Steinwider, A., Starz, W., Podstatzky, L., Kirner, L., Pötsch, E. M., Pfister, R., Gallenböck, M. 2010. Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs. Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. *Züchtungskunde*, 82 (3), 241–252.
- Sundrum, A., Benninger, T., Richter, U. 2004. Statusbericht zum Stand der Tiergesundheit in der Ökologischen Tierhaltung - Schlussfolgerungen und Handlungsoptionen für die Agrarpolitik. (www.orgprints.org/5232/), Zugriff am 29.01.15.
- Thomet, P., Cutullic, E., Bisig, W., Wuest, C., Elsaesser, M., Steinberger, S., Steinwider, A. 2011. Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. *Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland*, (16), 273–285.
- Thomet, P., Ineichen, S., Jörg, H. 2014. Züchten von Kühen für eine effiziente graslandbasierte Milchproduktion. In: Reidy, B.; Gregi, B.; Thomet, P. (Hrsg.): Tagungsband Weidetagung. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, 21. bis 22. August 2014 in Zollikofen, Schweiz, 61–70.
- Thomet, P., Rätzer, H., Durgiai, B. 2002. Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung*, 9 (9), 404–409.
- Trütken, C. 2007. Aufbau eines bundesweiten Berater-Praxisnetzwerkes zum Wissensaustausch und Methodenabgleich für die Bereiche Betriebsvergleich (BV) und Betriebszweigauswertung (BZA). Arbeitskreis 2 - Milchvieh. In: Löser, R.; Weitbrecht, B.;

- Zerger, U. (Hrsg.): Aufbau eines bundesweiten Berater-Praxisnetzwerkes zum Wissensaustausch und Methodenabgleich für die Bereiche Betriebsvergleich (BV) und Betriebszweigauswertung (BZA). (<http://orgprints.org/13358/>), Zugriff am 29.12.16.
- Verkerk, G. 2003. Pasture-based dairying: challenges and rewards for New Zealand producers. *Theriogenology*, 59 (2), 553–561.
- Volling, O., Jahnke, M., Krömker, V. 2011. Untersuchung zur Beziehung zwischen dem Fütterungsmanagement und der Wirtschaftlichkeit von ökologisch gehaltenen Milchkühen. In: Leithold, G., et al. (Hrsg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Verlag Dr. Köster, Berlin, 92–95.
- Volling, O., Krömker, V., Sieglerschmidt, E. 2005. Untersuchungen zur Beziehung zwischen dem ökonomischen Gewinn und Indikatoren der Tiergesundheit in Milchviehbetrieben des ökologischen Landbaus in Niedersachsen. In: Heß, J.; Rahmann, G. (Hrsg.): Ende der Nische - Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ende der Nische - Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 01.03.2005 - 04.03.2005 in Kassel, 351-354.
- Walter, K. 2013. Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen: 8. Verluste durch Mastitis und Lahmheit. *Landbauforschung Applied Agricultural and Forestry Research*, 63 (3), 255–262.
- Weiß, D. 2014. Imagewirkung von weidenden Kühen. In: Reidy, B.; Gregi, B.; Thomet, P. (Hrsg.): Tagungsband Weidetagung. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, 21. bis 22. August 2014 in Zollikofen, Schweiz, 43–48.
- Willam, A., Simianer, H. 2011. Tierzucht. Grundwissen Bachelor. Ulmer, Stuttgart.
- Winckler, C. 2014. On-farm animal welfare assessment and welfare improvement in dairy cattle. *AgroLife Scientific Journal*, 3 (1), 163–168.
- Wolf, J., Wolfová, M., Krupa, E. 2013. User's Manual for the Program Package ECO-WEIGHT (C Programs for Calculating Economic Weights in Livestock), Version 6.0.4. Part 1: Programs EWBC (Version 3.0.4) and EWDC (Version 2.2.3) for Cattle. (www.vuzv.cz/index.php?p=ecoweight&site=GenetikaSlechtene_en), Zugriff am 02.03.17.
- Wolf, J., Wolfová, M., Krupa, E., Peškovičová, D. 2008. ECOWEIGHT 2.0 – C programs for modelling the economic efficiency of production systems in beef and dairy cattle (short communication). *Archiv Tierzucht, Dummerstorf*, 51 (4).
- Zerger, U., Löser, R., Rasch, H., Deerberg, F., Volling, O., Ebert, U., Puffert, M., Kempkens, K. 2010. Abschlussbericht des Projekts. Aufbau eines bundesweiten Berater-Praxisnetzwerkes zum Wissensaustausch und Methodenabgleich für die Bereiche Betriebsvergleich (BV) und Betriebszweigauswertung (BZA). (www.orgprints.org/18387/), Zugriff am 02.02.17.

11 Veröffentlichungen

Bisherige Veröffentlichungen

- Al-Kanaan, A., König, S., Brügemann, K. 2017. Alterations of temperature x humidity indices affect physiological traits in dairy and dual purpose cows. Submitted: Livestock Science
- Brügemann, K., Jaeger, M., Ruebesam, K., von Borstel, U., König, S. 2015. (Poster) Differences in novel traits between genetic groups of dairy cows in pasture-based production systems. 66th EAAP Annual Meeting, Warsaw/ Poland, 31.08 -04.09.15.
- Brügemann, K., Ruebesam, K., Leisen, E., König, S. 2015. (Poster) Genotypenvergleich im Hinblick auf Merkmale des Wohlbefindens in Milchviehbetrieben mit Schwerpunkt Weidehaltung. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, 17.-20.03.15.
- Brügemann, K., Leisen, E. und S. König. 2016. Weidegenetik Öko-Milchvieh: Genotypenvergleich im Hinblick auf Milchleistung, Milchhaltsstoffe und Gesundheitsparameter bei unterschiedlichem Weideumfang. Versuchsbericht Leitbetriebe Ökologischer Landbau, 349-357.
- Brügemann, K., May, K., Scheper, C., Strube, C., and König, S. 2016. (Vortrag) Exploring the genetic background of parasite resistance in selected lines of black and white cattle. 67th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Belfast, Ireland, 29. August - 4. September 2016.
- Brügemann, K., Ruebesam, K., Leisen, E., König, S. 2016. (Poster) Genotypenvergleich im Hinblick auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheitsparameter bei unterschiedlichem Weideumfang. 60. Jahrestagung der AGGF, 25.-27.08.2016 in Luxemburg.
- Brügemann, K., Ruebesam, K., Leisen, E., König, S. 2017. (Poster) Genotypenvergleich im Hinblick auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheitsparameter bei unterschiedlichem Weideumfang. 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan, 07.-10.03.17.
- Jaeger, M., Brügemann, K., K. von Borstel, U., Rübesam, K., König, S. 2017. A novel approach to trait recording for the determination of inter and intra breed differences of dairy cattle in pasture-based systems. Submitted: Livestock Science
- Jaeger, M., Brügemann, K., K. von Borstel, U., Rübesam, K., König, S. 2015. (Vortrag) Breed comparisons and genetic parameters regarding dairy cattle health and welfare in pasture based production systems. Vortragstagung der DGfZ und GfT, Berlin, 16./17.09.15.
- König, S., Yin, T., Brügemann, K. 2013. (Vortrag) Evaluating the need for specialized organic dairy cattle breeding programs and assessing possible implementation strategies. Invited paper, 64th Annual meeting of the EAAP, Nantes, France, 26-30 August.
- Leisen, E. und S. König. 2012. Nachkommenvergleich von HF- und Jersey-Bullen unterschiedlicher Populationen in Weidebetrieben 2010-2021. Versuchsbericht Leitbetriebe Ökologischer Landbau, 218-223.
- Leisen, E., Uhlig, V. 2016. Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichem Weideumfang – 9-jährige Auswertung von 39 Öko-Milchviehbetrieben. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hrsg.): Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog. 60. Jahrestagung der AGGF, 25.-27.08.2016 in Luxemburg, 163-166
- Leisen, E., Uhlig, V. 2017. Weideumfang und Wirtschaftlichkeit - 9-jährige Auswertung von 39 Öko-Milchviehbetrieben. In: Wolfrum, S., et al. (Hrsg.): Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer, 7. bis 10. März 2017 in Freising-Weihenstephan, 496–499

- May, K., Brügemann, K., Scheper, C., Rübesam, K., Strube, C., König, S. 2016. (Vortrag) Genetische Resistenzen gegenüber Infektionen mit Endoparasiten innerhalb und zwischen Selektionslinien von schwarzbunten Milchkühen in Weideproduktionssystemen. Vortragstagung der DGfZ und GfT, Hannover, 20.-21. September 2016.
- May, K., Brügemann, K., Yin, T., Scheper, C., Strube, C., König, S. 2017a. Genetic line comparisons and genetic (co)variance components for endoparasite infections and test-day milk production traits. Accepted: Journal of Dairy Science
- May, K., Brügemann, K., Strube, C., König, S. 2017b. The effect of patent *Dictyocaulus viviparus* (re-)infections on individual milk yield and milk quality in pastured dairy cows and correlation with clinical signs. Submitted: Veterinary Parasitology
- May, K., Brügemann, K., Strube, C., König, S. 2017c. Patent gastrointestinal nematode infections in organically and conventionally pastured dairy cows and their impact on individual milk and fertility parameters. Submitted: Veterinary Parasitology
- May, K., Scheper, C., König, S. 2017. Genome-wide association study for parasite resistance in pasture based milk production systems. In preparation.
- Uhlig, V., Leisen, E., Möller, D. 2016. Unternehmerische Stellschrauben zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit weidebasierter Milchviehhaltungssysteme. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hrsg.): Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog. 60. Jahrestagung der AGGF, 25.-27.08.2016 in Luxemburg, 155–158
- Uhlig, V., Leisen, E., Möller, D. 2017. Wirtschaftlichkeit weidebasierter Öko-Milchviehhaltung. Erste Ergebnisse zu Wirkungszusammenhängen mit ausgewählten Tiergesundheits-Parametern. In: Wolfrum, S., et al. (Hrsg.): Ökologischen Landbau weiterdenken Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer, 7. bis 10. März 2017 in Freising-Weißenstephan, 476–479

Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten:

- Wefers, M. 2014. Charakterisierung von Weidebetrieben als Grundlage eines Rassevergleichs für Merkmale der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens.
- Wefers, M. 2015. Genotypenvergleich innerhalb der Holstein-Friesian Population anhand von Fotografien und Körpermessdaten.
- Kluth, J. 2015. Einfluss des Klauenschnittes auf Merkmale des Wohlbefindens, der Tiergesundheit und der Leistung am Beispiel eines Milchviehbetriebes.
- Jaeger, M. 2015. A novel approach to trait recording for the determination of inter and intra breed differences of dairy cattle in pasture-based systems.
- Sökefeld, L. 2015. Untersuchungen zur Eignung verschiedener genetischer Gruppen für automatische Melksysteme.

Projekt-Präsentation auf der Internationalen Grünen Woche (20.-29.01.17) in Berlin:

An 10 Tagen wurden mit Hilfe von Postern, Mikroskopen, Schaubildern und Bastelmaterial interessierten Messebesuchern, Projektteilnehmern, Politikern und Schulklassen Einblicke in Datenerfassung, Labormethoden und Ergebnisse des Projekts gegeben. Einmal täglich wurde ein Workshop für Schulklassen angeboten. Darüber hinaus wurde ein kleiner Fragebogen zum Thema „Weidemilch“ erstellt, um mit den Besuchern ins Gespräch zu kommen und die Einstellung und Zahlungsbereitschaft zu untersuchen. Dabei wurden Anregungen für Auswertungen, Diskussionspunkte und praxisnahes Formulieren von Forschungsinhalten sowie generellen landwirtschaftlichen Zusammenhängen gesammelt.

Posterpräsentation und Fachführungen auf den Ökofeldtagen auf der Domäne Frankenhausen (21.-22.06.17):

Das Projekt war mit einem Poster zum Vergleich der Genotypen und einem Poster zu Wirtschaftlichkeit für unterschiedliche Weidebedingungen vertreten. Viermal am Tag fanden gut besuchte themenbezogene Führungen des Projektpartners LWKÖL statt.

Anhang

Anhangsverzeichnis:

- Tabelle A1: Ökonomische Auswertungen der Bundesländer (Inhalt und Zugänglichkeit) 136
- Tabelle A2: Parameter der Faktor- (FA) und Clusteranalyse (CA) 137
- Tabelle A3: Bildung der Kategorien für Abbildung 45 und Abbildung 46 (aufsummierte % der Einzelmerkmale fettgedruckt) für alle Gesamtzuchtwerte im Vergleich: BW (Breeding Worth, Neuseeland, rasseübergreifend), WZW (Weidezuchtwert, Schweiz, Original Braunvieh), Weide-GZW (eigene Konstruktion für deutsche HF, viel und wenig Weide) 138

Tabelle A1: Ökonomische Auswertungen der Bundesländer (Inhalt und Zugänglichkeit)

Quellen-Angaben zum Bericht		Enthaltende Angaben in Bericht 2015 (Anzahl Betriebe) ¹				Zugänglichkeit		
Bundesland, Herausgeber ²	Name des Reports / der Auswertung	DB ³	BZA ⁴	öko ⁵	Weide	Verfügbarkeit		Ansprech- partner
Baden-Württemberg, LEL	Rinderreport Baden-Württemberg	ja (440)	ja (ca. 50)	ja (19)	nein	ja	digitale Kurzfasung frei , Vollbericht kostenpflichtig	Frank Gräter
Bayern, LfL	Milchreport Bayern	Ja (Modellrechnung)	ja (144)	nein	nein ⁶	ja	Bericht digital frei , Druckversion kostenpflichtig	Dr. Gerhard Dorfner, Guido Hofmann
Mecklenburg-Vorpommern, LFA	Jahresbericht 2016 - Ökonomische und produktionstechnische Analyse der Milchproduktion und Färsenaufzucht	nein	ja (14)	nein	Ja, Rationsanteil, S. 13	ja	Bericht digital frei	Jana Harms
Niedersachsen, LWK NS	Vollkostenauswertung Milch	nein	ja (157)	nein	nein	ja	Bericht digital frei	Anna-Lena Niehoff, Renke Harms, Ruth Beverborg
Nordrhein-Westfalen, LWK NRW	Milchviehreport	ja (784)	ja (784)	ja (25)	ja	nein	vertraulich. Weitere Infos.	J. Assheuer
Rheinland-Pfalz und Saarland, AG MBR und DLR	Rinderreport Rheinland-Pfalz und Saarland Betriebszweigauswertung der Milchviehberatungsringe	nein	ja (72, davon 13 a.d. SL)	nein	nein	nein	auf Anfrage erhältlich	Andrea Höller
Thüringen, TLL	Betriebsvergleich Milch	nein	ja (8)	nein	nein	nein	nur für beteiligte Betriebe	Esther Gräfe

¹ Auswertungsjahr 2014/2015, ² LEL: Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, LfL: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LFA: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Pflanzenbau und Betriebswirtschaft, LWK NS: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, LWK NRW: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, AG MBR u. DLR: Arbeitsgemeinschaft der Milchviehberatungsringe Rheinland-Pfalz und Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Eifel, TLL Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, ³ Deckungsbetragsrechnung, ⁴ Betriebszweiganalyse auf Vollkostenbasis, ⁵ ökologische Wirtschaftsweise, ⁶ Da nur 4 Betriebe Weide-BZA (mit > 2 ha), keine Auswertung im Bericht.

Tabelle A2: Parameter der Faktor- (FA) und Clusteranalyse (CA)

Variable	Dich. Var.	FA-Matrix 1	FA-Matrix 2	CA-Bereich	CA 1 (n = 31)	CA 2 (n = 20)
Landw. Nutzfläche (ha)		■	■	Bereich 1: Betriebsparameter	■	■
Anzahl Milchkühe						
Weitere Betriebszweige*	ja					
Höhenlage über NN (m)						
Niederschlag (mm)						
Temperatur (°C)						
Umstellungsjahr auf ökologische Wirtschaftsweise*						
Hauptfutterfläche (ha)						
Mais-Anbaufläche		■	■	Bereich 2: Tiere und Fütterung	■	■
Grünland (ha) je Kuh						
Ackerland (ha) je Kuh						
Milchleistung (ECM) je Kuh und Jahr						
Kraftfutter in dt/Kuh und Jahr (EIII*)						
Maissilage in Futterration	ja					
Anteil Tiere mit Neuseeländer Genetik (%)						
Milchleistung (ECM) aus Raufutter (anteilig)						
Lebensleistung						
Kraftfutterstation (en)						
TMR als Ration	ja					
Nur Heu als Futtermittel	ja					
Rasse (vornehmlich HF)	ja					
Zuchtbulle	ja					
Tiere mit Hörner	ja					
Grünland-Anteil an gesamter landwirtschaftl. NF		■	■	Bereich 3: Weide	■	■
Weideanteil (an Weideperiode-Futterration)						
Gesamte Weidefläche je Betrieb						
Weidefläche (ha) je Kuh						
Weidetage im Jahr						
Body-Condition-Score (%-Anteil "gesunder" Tiere)		■	■	Bereich 4: Tierparameter, incl. Stallausgestaltung und Management	■	■
Locomotionscore (%-Anteil "gesunder" Tiere)						
Verschmutzungs-Score (%-Anteil "gesunder" Tiere)						
Integument am Sprunggelenk (%-Ant. "ges." Tiere)						
Boxenlaufstall	ja	■	■	Bereich 4: Tierparameter, incl. Stallausgestaltung und Management	■	■
Mit/Ohne Spaltenboden (<50%) im Stallbereich	ja					
Kuhbürste	ja					
Auslauf	ja					
Tiefstreubereich	ja					
Verwendung von Langstroh	ja					
Klauenpflege mind. 1x im Jahr	ja					
Vormelken (in Becher)	ja					
Vormelken (auf Boden)	ja					
Feuchte Euterreinigung	ja					
Zitzendesinfektion nach Melken	ja					

Tabelle A3: Bildung der Kategorien für Abbildung 46 und Abbildung 45 (aufsummierte % der Einzelmerkmale fettgedruckt) für alle Gesamtzuchtwerte im Vergleich: BW (Breeding Worth, Neuseeland, rasseübergreifend), WZW (Weidezuchtwert, Schweiz, Original Braunvieh), Weide-GZW (eigene Konstruktion für deutsche HF, viel und wenig Weide)

	BW (Neuseeland)			WZW (Schweiz)			Weide-GZW (D)			
							viel	wenig		
Milchleistung	50%	27% Eiweiß-kg 11% Fett-kg 12% Milch-kg		23%	13% Eiweiß-kg 6% Milch-kg 4% Eiweiß-%		55%	47% 6% 1%	53%	41% Milchleistung (305 d) 10% MilCHFettgehalt 3% Milcheiweißgehalt
Mastleistung	0%			16%	16% Fleischleistung		2%	1% 1%	2%	1% Ausschlachtung 1% Kälberzunahmen
Nutzungsdauer	11%	11% zusätzl. Lebensdauer		5%	5% Nutzungsdauer		2%	2%	1%	1% Lebensdauer
Exterieur	0%			10%	4% Fundament 6% Euter		0%		0%	
Futtereffizienz	18%	11% Körpergewicht 7% BCS		6%	6% Kreuzbeinhöhe		11%	5% 1% 5%	14%	6% Endgewicht 1% Geburtsgewicht 8% Zusätzl. TM-Aufnahme
Fruchtbarkeit	14%	14% Fruchtbarkeit		20%	20% Fruchtbarkeit		0%	0% 0%	0%	0% Konzeptionsrate Färsen 0% Konzeptionsrate Kühe
Gesundheit	7%	7% SCS		20%	15% Zellzahl 5% Persistenz		30%	7% 0% 1% 1% 21%	29%	7% Mastitis 0% Kalbeverlauf 1% Totgeburten 1% Kälberverluste 21% Klauenerkrankungen