LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Vergleich Vollweide zu Stundenweide

im Rahmen der Weideschule Kringell

1

2019

Schriftenreihe

ISSN 1611- 4159

Impressum

Herausgeber:	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan Internet: www.LfL.bayern.de
Redaktion:	Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Prof. Dr. Hubert Spiekers Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing-Grub E-Mail: Tierernaehrung@LfL.bayern.de Telefon: 089 99141-401 Peter Weindl Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Am Staudengarten 1 85354 Freising
1. Auflage:	Februar 2019
Druck:	ES-Druck, 85354 Freising-Tüntenhausen
Schutzgebühr:	20 Euro

© LfL

Vergleich Vollweide zu Stundenweide im Rahmen der Weideschule Kringell

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis IV

Abbildungsverzeichnis VI

Tabellenverzeichnis IX

Abkürzungen X

Zusammenfassung XII

1 Einleitung 1

2 Stand des Wissens 2

2.1 Weidesysteme 2

2.2 Vollweide mit saisonaler Abkalbung 4

2.2.1 Abkalbezeitraum und Fruchtbarkeit 6

2.2.2 Wahl des Weidesystems 7

2.2.3 Milch- und Flächenleistungen 7

2.2.4 Wirtschaftlichkeit Vollweide 8

2.3 Vergleich Stallhaltung und Vollweide mit saisonaler Abkalbung 9

2.3.1 Low-Input vs. High-Output 9

2.3.2 Arbeitszeitbedarf 10

2.3.3 Erträge und Leistungen 11

2.3.4 Vergleich der Wirtschaftlichkeit 11

3 Material und Methoden 14

3.1 Geplante Zielwerte für den Versuchszeitraum 16

3.2 Datenerhebung Weide und Futter 17

3.3 Datenerhebung Versuchsherden 18

3.4 Verwendete Parameter für die ökonomische Auswertung 19

3.5 Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen und externen Kooperationspartnern 21

4 Ergebnisse 22

4.1 Witterung im Versuchszeitraum 23

4.2 Ergebnisse des Kurzrasenweidesystems 24

4.2.1 Weidezuwachs und Massenerträge 24

4.2.2 Verlauf der Energie- und Nährstoffkonzentration im Aufwuchs 27

4.2.3 Verlauf der Milchmenge und der Milchinhaltsstoffe der Weideherde in der Weideperiode 30

4.3 Vergleich der Produktionssysteme 34

4.3.1 Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Körperkondition der Kühe 34

4.3.2 Bilanzierung der Herdenleistungen und Berechnung des notwendigen

Flächenbedarfs 39
4.3.3 Vergleich der Kennzahlen zur Fruchtbarkeit und Tiergesundheit 44
4.4 Weidebasierte Jungrinderaufzucht 48
4.5 Ökonomische Bewertung 53
4.5.1 Herleitung der Bewertungsgrößen 53
4.5.2 Grobfutterkosten 59
4.5.3 Leistungen Stallherde 61
4.5.4 Leistungen Weideherde 63
4.5.5 Ökonomischer Vergleich der beiden Systeme 65
4.5.6 Reaktion auf verschiedene Preisszenarien 68
4.5.7 Diskussion 70
5 Erkenntnisse aus dem Projekt 76
5.1 Bereich Leistungspotential, Flächeneffizienz und Jungviehaufzucht 76
5.2 Bereich Fruchtbarkeit und Tiergesundheit 77
5.3 Bereich Ökonomik 78
6 Wissenstransfer 79
7 Ausblick „Weideschule Kringell“ 82
8 Danksagung 83
9 Literaturverzeichnis 84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Benötigte Energiedichte während der Laktation (7.500 kg Jahresmilchleistung) (LfL, 2012)..... 5

Abbildung 2: Durchschnittliche Temperatur am Standort Kringell während des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018), nach Agrarmeteorologie Bayern..... 23

Abbildung 3: Niederschlagsmengen und Verteilung im Verlauf des vierjährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018), nach Agrarmeteorologie Bayern. 24

Abbildung 4: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2015 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018) 26

Abbildung 5: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2016 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018) 26

Abbildung 6: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2017 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018) 27

Abbildung 7: Verlauf der Energiegehalte im Aufwuchs der Kurzrasenweide unter Weidekörben im Laufe des dreijährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018)..... 28

Abbildung 8: Verlauf des Rohproteingehaltes im Aufwuchs der Kurzrasenweide im Laufe des dreijährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018) 29

Abbildung 9: Verlauf der durchschnittlichen Einzeltierleistung der Weideherde während der Weideperiode in den drei Versuchsjahren..... 31

Abbildung 10: Durchschnittliche Milchfettgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018)..... 32

Abbildung 11: Durchschnittliche Milcheiweißgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018)..... 32

Abbildung 12: Durchschnittliche Milchharnstoffgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018) 33

Abbildung 13: Verlauf der durchschnittlichen täglichen Milchleistung der laktierenden Kühe in den beiden Versuchsherden (SH = Stallherde, WH = Weideherde), Quelle: Dietrich (2018)..... 35

Abbildung 14: Verlauf der durchschnittlichen Fettgehalte (%/kg) und der erzeugten Milchfettmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Stallherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018) 36

Abbildung 15: Verlauf der durchschnittlichen Fettgehalte (%/kg) und der erzeugten Milchfettmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Weideherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018) 36

Abbildung 16: Verlauf der durchschnittlichen Eiweißgehalte (%/kg) und der erzeugten Milcheiweißmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Stallherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018) 37

Abbildung 17: Verlauf der durchschnittlichen Eiweißgehalte (%/kg) und der erzeugten Milcheiweißmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Weideherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018) 37

Abbildung 18: Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlen in der Milch der Versuchskühe zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018) 38

Abbildung 19: Verlauf des Body-Condition-Scores (BCS) der beiden Versuchsherden während der Projektlaufzeit (arithmetische Mittelwerte der gesamten Herde), Quelle: Dietrich (2018); für Sommer 2015 liegen keine Werte vor 38

Abbildung 20: Verlauf der Rückenfettdicken (RFD) der beiden Versuchsherden während der Projektlaufzeit (arithmetische Mittelwerte der gesamten Herde), Quelle: Dietrich (2018); für Sommer 2015 liegen keine Werte vor 39

Abbildung 21: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2015, Quelle: Pfister (2018) 48

Abbildung 22: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2016, Quelle: Pfister (2018) 49

Abbildung 23: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2017, Quelle: Pfister (2018) 49

Abbildung 24: Direktkosten der unterschiedlichen Grobfuttermittel (Mittelwert 2014-2017) in €/ha 59

Abbildung 25: Mittlere Arbeitserledigungskosten der Grobfuttermittel in €/ha (2014-17) 60

Abbildung 26: Direkt- und Arbeitserledigungskosten der unterschiedlichen Grobfuttermittel Mittelwert 2014-2017 in €/ha und €/10 MJ NEL 60

Abbildung 27: Mittlere Leistungen (2014-17) der Stallherde in €/Kuh und Jahr 61

Abbildung 28: Mittlere Direktkosten (2014-17) der Stallherde in €/Kuh und Jahr 62

Abbildung 29: Leistungen, Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Stallherde für die Jahre 2014/15, 2015/16, 2016/17 und Mittelwert der Jahre 2014-17 in €/Kuh und Jahr 62

Abbildung 30: Mittlere Leistungen (2014-17) der Weideherde in €/Kuh und Jahr 63

Abbildung 31: Mittlere Direktkosten (2014-17) der Weideherde in €/Kuh und Jahr 64

Abbildung 32: Leistungen, Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Weideherde für die Jahre 2014/15, 2015/16,2016/17 und Mittelwert der Jahre 2014-17 in €/Kuh und Jahr 64

Abbildung 33: Vergleich der mittleren Leistungen der Stallherde und Weideherde in €/Kuh und Jahr (2014-2017) 65

Abbildung 34: Differenz ausgewählter, mittlerer Direktkosten (SH - WH) in €/Kuh und Jahr .. 66

Abbildung 35: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/Kuh und Jahr (2014-17) 66

Abbildung 36: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/100 kg ECM 67

Abbildung 37: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/ha HFF/Jahr 67

Abbildung 38: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/ha LF/Jahr 68

Abbildung 39: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Kraftfutterpreises (Basis (0): 46 €/dt) in €/Kuh und Jahr 69

Abbildung 40: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Milchpreises (Basis (0): 48,4 ct/kg ECM) in €/Kuh und Jahr 69

Abbildung 41: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Lohnansatzes (Basis (0): 17,50 €/Akh) in €/Kuh und Jahr 70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Leistungs-, Fütterungs- und Fruchtbarkeitsparameter bei verschiedenen saisonalen Abkalbeterminen nach Steinwidder et al. (2010c) 6
Tabelle 2: Einfluss des Abkalbezeitraums auf Milcherlös und variable Futterkosten (nach Steinwidder et al., 2010c).....8
Tabelle 3: Vergleich der Milchleistung, Flächen- und Futterproduktivität zwischen Stall- und Weidehaltung in einem schweizerischen Versuch (Hofstetter et al. 2011) 11
Tabelle 4: Zielwerte für die Milchkuhherden im Versuchszeitraum 16
Tabelle 5: Zielwerte für die weibliche Nachzucht der beiden Herden im Versuchszeitraum..17
Tabelle 6: Verlauf des dreijährigen Durchschnitts der Gehalte an Mengenelementen im Aufwuchs der Kurzrasenweide am LVFZ Kringell in g/kg TM.....29
Tabelle 7: Durchschnittliche Lebendmasse, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Körperkondition der beiden Versuchsherden im Projektzeitraum (15.11.2014 bis 30.09.2017), dargestellt als LS-Means ± Standardfehler 35
Tabelle 10: Durchschnittliche Herdengrößen, Erstkalbealter und Fruchtbarkeitskennzahlen der beiden Herden in den einzelnen Versuchsjahren sowie über die gesamte Projektlaufzeit 44
Tabelle 11: Remontierungsraten und Non-Return-Raten im Versuchszeitraum 45
Tabelle 12: Diagnostizierte Fruchtbarkeitsstörungen und Erkrankungen um den Geburtszeitraum auf Basis der Erhebungen im Rahmen des Programms "ProGesund“ 46
Tabelle 13: Klauen- und Gelenkserkrankungen auf Basis der Erhebungen im Rahmen des Programms "ProGesund“ 47
Tabelle 14: Verdauungsstörungen und Stoffwechselerkrankungen im Versuchszeitraum.....47
Tabelle 15: Übersicht über die verwendeten Preise und Kosten für die ökonomische Bewertung des Systemvergleichs Vollweide vs. Stundenweide.....53
Tabelle 16: Mittlere ECM (kg) pro Kuh und Jahr der Stall- und Weideherde (2014-17) 54
Tabelle 17: Mittlerer Kraftfutterverbrauch (Energiestufe 3) in Dezitonnen pro Kuh und Jahr der Stall- und Weideherde (2014-17).....55
Tabelle 18: Kalkulierter Flächenbedarf in ha pro Kuh und Jahr im Versuchszeitraum nach Pfister (2018).....56
Tabelle 19: Ansätze für den mittleren Arbeitszeitbedarf in Akmin pro Kuh und Jahr.....57
Tabelle 20: Hauptfutterfläche (HFF) und landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in ha pro Kuh und Jahr nach Pfister (2018).....58
Tabelle 21: Vorträge und Führungen im Rahmen der Weideschule Kringell.....79

Abkürzungen

°C	Grad Celsius
a	annum, Jahr
Abb.	Abbildung
Akh	Arbeitskraftstunde
Akmin	Arbeitskraftminuten
BCS	Body-Condition-Score
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
d	day, Tag
DAKfL	Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistungen
dl.	Deziliter
dt.	Dezitonne
ECM	energiekorrigierte Milchleistung
et al.	et alia, und andere
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
g	Gramm
GF	Grobfutter
GV	Großvieheinheit
ha	Hektar
HFF	Hauptfutterfläche (Dauergrünland + Ackerfutterbau)
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
K	Kalium
KF	Kraftfutter
kg	Kilogramm
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
KRW	Kurzrasenweide
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
LM	Lebendmasse
LS-Means	Least-Square-Means
LVFZ	Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum
m	Meter
max.	maximal
Mg	Magnesium
MJ	Megajoule
mm	Millimeter
n	Anzahl
N	Stickstoff
Na	Natrium
NEL	Nettoenergie Laktation

P	Phosphor
p. p.	post partum, nach der Geburt/Kalbung
RFD	Rückenfettdicke (gemessen mittels Ultraschallgerät)
SAS	Software des amerikanischen Unternehmens SAS Institute für statistische Auswertung
SE	Standarderror, Standardfehler
SH	**„Stallherde“**, Versuchsgruppe mit ganzjähriger Stall(bei)fütterung und begrenztem Weidezugang
Tab.	Tabelle
TM/TS	Trockenmasse/Trockensubstanz
Tsd.	Tausend
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WH	**„Weideherde“**, Versuchsgruppe mit Stall(bei)fütterung von Oktober bis März und Vollweide ohne Zufütterung von April bis September
z. B.	zum Beispiel
ZKZ	Zwischenkalbezeit

Zusammenfassung

In dem vorliegenden Projekt wurden über einen knapp dreijährigen Versuchszeitraum die beiden Produktionssysteme „Vollweide mit Winterabkalbung“ und „ganzjährige Stallfütterung mit Stundenweide“ am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für ökologischen Landbau in Kringell miteinander verglichen. Die Versuchsgruppe des erstgenannten Systems wurde dabei durchgehend als „Weideherde (WH)“ bezeichnet; die Gruppe des zweiten Systems als „Stallherde (SH)“.

Die im Vollweidesystem praktizierte Kurzrasenweide (KRW) ermöglichte mittlere tägliche Milchleistungen bis 25 kg und bestätigte damit frühere Ergebnisse. Die (Voll-)Weide als naturnahe Haltungsform ist jedoch stärker als die alternative Stallfütterung den Umwelteinflüssen unterworfen. So konnten in allen drei Versuchsjahren die Auswirkungen witterungsbedingter Wachstumsdepressionen auf die Entwicklung der Milchleistungen dokumentiert werden.

Im Vergleich der beiden Weidesysteme erreichte die WH unter Berücksichtigung der Winterfütterung im Durchschnitt der Jahre mit 9.000 kg energiekorrigierter Milch (ECM) pro ha Futterfläche eine um etwa 900 kg höhere Flächenleistungen als die SH. Als maßgeblich für die überlegene Produktivität stellten sich die bessere Grobfutterleistung sowie der restriktive Einsatz von Kraftfutter heraus. Die KRW bietet aufgrund der Energieerträge je ha sowie der geringen Weideverluste auch unter den Bedingungen des Bayerischen Waldes eine ideale Grundlage für die effiziente Nutzung des Grünlands.

Problematisch erscheint hingegen die „Verwertung“ der Weide bei stundeweisem Weidegang, da in der vorliegenden Untersuchung rechnerisch durch „Luxuskonsum“ in zwei von drei Jahren keine Leistung resultierte. Hier gilt es die Systeme kritisch zu hinterfragen und zu verbessern.

Die Jungviehaufzucht auf der Kurzrasenweide erreichte in zwei von drei Jahren nicht die angestrebten Ergebnisse früherer Untersuchungen von durchschnittlich 800 g Tageszunahmen. Neben der Überkonditionierung zum Weideaustrieb beeinflussen Witterung und Management signifikant die Entwicklung. Auffällig war die gute Adaption der 3 bis 4 Monate alten Kälber an die Weide und die im Verhältnis überdurchschnittlichen Zunahmen im ersten Weidejahr, was für eine frühe Gewöhnung der Kälber an den Weidegang spricht.

Die oftmals in der Literatur beschriebenen positiven Effekte der Weidehaltung auf die Tiergesundheit konnte im Projekt so nicht bestätigt werden. Teilweise war die WH sogar anfälliger für Erkrankungen (v. a. hinsichtlich Fruchtbarkeit, Klauen) als die SH. Es hat sich zudem gezeigt, dass nach Etablierung des jeweiligen Systems, sichtbare Leistungssteigerungen und Verbesserungen in der Tiergesundheit möglich sind.

Bei der ökonomischen Auswertung hat sich gezeigt, dass beide Verfahren annähernd gleiche Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistungen (DAKfL) erzielen können.

Welches System jedoch auf einzelbetrieblicher Ebene wirtschaftlicher ist, ist immer davon abhängig, welche Produktionsfaktoren limitierend wirken. Sollen z. B. nur die wirtschaftseigenen Grobfuttermittel auf dem Betrieb erzeugt und Kraftfutterkomponenten zugekauft werden, so ergibt sich durchaus ein höherer Gewinnbeitrag je ha Hauptfutterfläche bei der ganzjährigen Stallfütterung mit Stundenweide. Wird jedoch die tatsächlich notwendige bzw. die errechnete Schattenfläche der Kraftfutterproduktion vom Acker mit in die Kalkulation aufgenommen, so verkehrt sich die Aussage und die Low-Input-Variante mit Vollweidehaltung schneidet nun hinsichtlich der DAKfL je ha LF deutlich besser ab. Dieser Effekt wird im vorliegenden Versuch durch die im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung deutlich niedrigeren Erträge im Ökolandbau verstärkt, trifft aber - zumindest in abgeschwächter Form - auch auf die konventionelle Milchproduktion zu.

Die Ergebnisse aus dem Projekt verdeutlichen, dass eine erfolgreiche Milchproduktion aus Weide nur durch aktives Management und umfassendes Know-how (Aus- und Fortbildung, Beratung) erreicht werden kann!

1 Einleitung

Zur Aufrechterhaltung bzw. zur Ausdehnung der Milcherzeugung aus Grasprodukten ist auf Grund der zunehmenden Flächenkonkurrenz eine hohe Flächeneffizienz des genutzten Grünlandes anzustreben. Systeme mit Weide erlauben dies und erfüllen in besonderen Maß die Anforderungen bezüglich Tierwohl und Naturnähe, die zur Vermarktung von Milch und Milchprodukten positiv genutzt werden können. Von Seiten der Wirtschaftspartner wie der Landwirte ist die Erarbeitung von Innovationen zur Weide daher von besonderem Interesse. Im ökologischen Lehr- Versuchs- und Fachzentrum Kringell besteht die direkte Möglichkeit der Umsetzung in Aus- und Fortbildung sowie Beratung. Das Ziel ist die Etablierung einer Weideschule sowohl für die ökologische wie auch die konventionelle Milcherzeugung.

Um effizient und nachhaltig Milch und Fleisch aus Grasprodukten zu erzeugen, bietet sich die Weide für Milchkühe, Mutterkühe und Jungrinder an (Spiekers et al., 2011; Steinberger et al., 2012a; Horn et al., 2013). Aus Sicht des Tierwohls werden der Weidehaltung ebenfalls erhebliche Möglichkeiten zugeordnet (Spiekers et al., 2009). Dennoch ist der Umfang der Weidehaltung im Bereich der Milchviehbetriebe rückläufig. Bei den zukünftig zu erwartenden Futterkosten und bei Einbeziehung der Treibhausgasemissionen (Futterimport, Landnutzungsänderung, Düngung etc.) ist die Weide bei entsprechender Ausgestaltung für Betriebe mit hofnahen Flächen eine Alternative. Voraussetzung ist eine Anpassung des Systems auf die Möglichkeiten in den jeweiligen Naturräumen.

Dargestellt ist dies unter anderem im Tagungsband der LfL (2009) zur „Internationalen Weidetagung 2009“ in Grub. Als Konsequenz empfiehlt sich Vollweide mit dem System der Kurzrasenweide und mit geblockter Winterkalbung. Die Auswertung von Pilotbetrieben aus dem bayerischen Alpenvorland zeigt, dass eine hohe Akzeptanz durch die Betriebsleiter gegeben ist und je ha Weide Milchmengen zwischen 6.000 und 12.000 kg je ha Weide je nach betrieblichen Voraussetzungen möglich sind. Dies entspricht NEL-Aufnahmen je ha Weide von 40.000 bis 70.000 MJ NEL (Steinberger et al., 2012b). In der Jungrinderaufzucht liegt der Zuwachs aus Weide bei ca. 800 kg je ha und Jahr (Steinberger et al., 2012a). Zum erforderlichen Erstkalbealter von 24/25 Monaten liegen Vorarbeiten von Ettle et al. (2011) vor.

In den Betrachtungen zur Weide fehlt jedoch die Winterfütterung, da nur dann ein objektiver Vergleich von Systemen der Grünlandnutzung möglich ist. Dass erhebliche Unterschiede in der Futterwirtschaft bestehen, ist aus den Arbeiten von Köhler et al. (2014) ersichtlich.

2 Stand des Wissens

Die grundlegende Voraussetzung für Weidehaltung von Milchkühen ist, dass ausreichend arrondierte und weidefähige Fläche um den Betrieb vorhanden ist. Außerdem sollten Boden, Topografie und die Verteilung der Niederschläge eine möglichst lange Weideperiode ermöglichen (Elsäßer et al., 2014). Die Grünlandvegetation sollte weidetauglich sein bzw. sich durch eine nachhaltige und standortangepasste Beweidung dorthin entwickeln. Eine zu geringe Beweidung bzw. ein zu später Auftrieb erhöht die Weidereste und ermöglicht es unerwünschten Pflanzenarten in den Bestand einzudringen. Ein zu starker Weidedruck ist hingegen ebenso zu vermeiden, da durch diesen das Ertragspotenzial sinkt und ebenso unerwünschte Arten sich im Bestand etablieren können (Buchgraber und Gindl, 2004).

2.1 Weidesysteme

Nach Steinwidder und Wurm (2005) können Weidesysteme in zweierlei Hinsicht eingeteilt werden: Zum einen nach der Nutzungsdauer pro Tag (z.B. Ganztags- oder Vollweide, Halbtagsweide, Stundenweide) und zum anderen nach der Nutzungsintensität (z.B. Standweide, Umtriebsweide, Portionsweide, Kurzrasenweide). Die Variationen hinsichtlich Nutzungsintensität sollen nachfolgend kurz charakterisiert werden.

(Extensive) Standweide
Die Weidetiere stehen über die ganze Weideperiode in der Regel auf einer bzw. bis maximal drei Koppeln. Wenn Umtrieb erfolgt, dann nur unregelmäßig (Buchgraber und Gindl, 2004). Aufgrund der geringen Besatzdichte bei extensiver Haltung haben die Tiere die Möglichkeit Futterpflanzen zu selektieren. Außerdem besteht das Risiko, dass Futter niedergetreten wird. Aufgrund dessen bleiben bei diesem System bis zu 70% Weidereste zurück (Elsäßer et al., 2014). Die Vorteile diese Systems sind vor allem die geringe Arbeitsbelastung. Die extensive Standweide wird meist auf Alpen bzw. Almen angewandt.

Umtriebs- bzw. Koppelweide
Die Umtriebsweide zeichnet sich durch mehrere Koppeln (4-10) aus, auf die das Weidevieh nach und nach aufgetrieben wird. Nach dem eine Koppel abgeweidet ist, wird auf die nächste aufgetrieben und nach dem Weiden der letzten, sollte sich die erste Koppel wieder erholt haben. Dann beginnt der Zyklus wieder von vorne. Je mehr Schläge vorhanden sind, desto kürzer ist die Verweilzeit auf jeder einzelnen Koppel (Buchgraber und Gindl, 2004).

Portionsweide
Bei der Portionsweide werden den Weidetieren einmal oder mehrmals täglich neue Weideflächen zugegeben. Es wird immer nur ein kleiner Teil der Fläche frisch genutzt. Dadurch wird der Aufwuchs intensiv abgeweidet und es werden Futterverluste durch Tritt und Kot reduziert. Hieraus resultieren hohe bis sehr hohe Flächenerträge. Es besteht allerdings ein höherer Arbeitsbedarf durch das Umstecken der Zäune, sowie eine geringere Einzeltierleistung bei knapper Portionierung (Buchgraber und Gindl, 2004).

Kurzrasenweide

Die Kurzrasenweide vereint einen hohen Flächenertrag mit einer geringen Arbeitsbelastung. Ziel der Kurzrasenweide ist es, dass die Nutzung in Form von Beweidung der Neubildung an Blattmasse entspricht. Hierzu wird eine mittlere Aufwuchshöhe von 5-6 cm für Milchkühe angestrebt (LfL, 2016). Das Einhalten dieser mittleren Höhe ist entscheidend für den Erfolg dieses Weidesystems und ist nur durch konsequentes Management möglich. Bei Überbeweidung (Aufwuchs < 5cm) drohen Schäden der Grasnarbe und somit der Ausfall von Futter. Unerwünschte Arten können sich ausbreiten. Bei einer Unternutzung (Aufwuchs > 6 cm) bilden sich Weidereste und Geilstellen. Diese werden durch die Weidetiere nicht genutzt und es sinkt die Flächenleistung. Zusätzlich wird die Arbeitsbelastung erhöht, da zusätzliche Weidepflege nötig wird (Buchgraber und Gindl, 2004). Um dies zu vermeiden, müssen die Aufwuchshöhe laufend überwacht werden und bei Abweichungen sofort die Besatzdichte bzw. die Fläche angepasst werden. Ein sehr gutes und schnelles Weidemanagement ist bei der Kurzrasenweide entscheidend (Schick, 2001). Das Anpassen der Besatzdichte ist im Laufe der Vegetationsperiode unumgänglich, da der Nachwuchs auf der Fläche im Frühsommer deutlich höher als im Spätsommer bzw. Herbst ist (LfL, 2016). So können im Mai und Juni je nach Ertragslage mit bis zu 7-8 GV/ha beweidet werden. Im Herbst sinkt die Besatzdichte dann unter 3 GV/ha (Elsäßer et al., 2014). Um auf die im Laufe des Jahres veränderten Erträge und Inhaltsstoffe noch besser eingehen zu können, bietet sich bei der Kurzrasenweide eine saisonale Abkalbung der Kühe an. Somit wird die Laktationskurve der Milchkühe an die Wachstumskurve der Weide besser angeglichen (LfL, 2016). Hierauf wird im Folgenden noch näher eingegangen.

Unterschiede zur Stallhaltung

Die Futteraufnahme von Kühen ist auf der Weide auf ca. 14-18 kg TM pro Tag begrenzt. Zusätzlich sollte aufgrund des niedrigen Strukturwertes von intensivem Weidegras maximal 3 kg Kraftfutter pro Tag gegeben werden, um einer Pansenacidose entgegen zu wirken. Somit sind aufgrund der Futteraufnahme Leistungen bis max. 25 kg Milch möglich. Es können nur kurzfristig höhere Leistungen durch Mobilisierung von Körperreserven erzielt werden (Elsäßer et al., 2014). Eine weitere Herausforderung der Weidehaltung, v.a. im Vergleich zur Stallhaltung, sind die schwankenden Futterqualitäten. So schwanken einerseits im Jahresverlauf unweigerlich die Nährstoffe des Weideaufwuchses, zusätzlich können Schwankungen durch Witterungseinflüsse hervorgerufen werden (Starz et al., 2014). Bei der Stallfütterung können durch geschickte Kombination mehrerer Futtermittel diese Qualitätsunterschiede ausgeglichen werden. Bei Vollweide dagegen stehen nur der derzeitige Aufwuchs und sehr begrenzt Ergänzungsfuttermittel zur Verfügung. Durch diese Schwankungen kann es zu einem Energiedefizit bzw. Eiweißüberschuss kommen, was sich wiederum in der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit niederschlagen kann (Steinwidder und Starz, 2006).

Erfolgsfaktoren für wirtschaftliche Weidemilcherzeugung

Kiefer (2014) hat 81 süddeutsche Weidemilchbetriebe verglichen und für die wirtschaftlich Besten 10 % folgende Zusammenhänge ermitteln können:

- Die durchschnittliche Milchleistung der besten Betriebe lag bei 6.621 kg/Kuh und Jahr. Davon waren 4.506 kg/Kuh und Jahr aus dem Grundfutter. Der Kraftfutteraufwand betrug 10 dt./Kuh.
- Sechs von den acht Betrieben führten Ganztagesweide durch (mit durchschnittlich 2.770 Weidestunden/Kuh und Jahr).
- Sieben von den acht Betrieben arbeiteten mit Kurzrasenweide, allerdings verfügten diese Betriebe auch über gut arrondierte Flächen.
- Sechs von den acht Betrieben ließen saisonal abkalben.
- Die Betriebe arbeiteten alle ökologisch.

Thomet et al. (2014) haben zwei Schweizer Betriebe, welche seit vielen Jahren Kurzrasenweide praktizieren, analysiert. Als Empfehlung für ein erfolgreiches Führen des Systems sind sie zu folgenden Punkten gekommen:

- Das Weidesystem sollte konsequent verfolgt und nur im Ausnahmefall (z.B. Futterknappheit durch Trockenheit) zugefüttert werden.
- Mit der Beweidung muss so früh wie möglich begonnen werden (ab Mitte März).
- Von Ende April bis Ende Mai sollte mit sehr hohem Weidedruck gearbeitet werden, da hier das Wachstumsvermögen der Weide am höchsten ist.
- Die Aufwuchshöhe muss immer im Blick gehalten werden, Zielgröße ist 6 cm. Bei Bedarf muss Fläche dazugegeben bzw. Flächen für die Futterkonservierung verwendet werden. Somit ist kein oder nur sehr kleinräumiges Nachmähen (meist nur unmittelbar am Weideeintrieb) nötig.
- Auch bei Schlechtwetter bzw. nassen Bedingungen muss konsequent weiter beweidet werden.
- Es sollte auf eine gute Phosphorversorgung geachtet werden.
- Züchterisch sollte auf kleine und weidetaugliche Tiere gesetzt werden.

Für erfolgreiche Vollweidehaltung müssen die Maschinenkosten mittelfristig gesenkt werden. Außerdem sind niedrige Grundfutterkosten sehr wichtig. Melkpausen (aufgrund saisonaler Abkalbung) sollten auf keinen Fall durch hohe Abgangsraten herbeigeführt werden, ansonsten drohen hohe Remontierungskosten. Eine leistungsgerechte Fütterung mit entsprechenden Kraftfuttergaben zu Laktationsbeginn wirkt sich positiv aus (Stocker, 2005).

2.2 Vollweide mit saisonaler Abkalbung

Ziel der Vollweide mit saisonaler Abkalbung ist es, das zur Verfügung stehende Grünland in Form von Weide optimal zu nutzen. Hierzu sollte die Milchleistungskurve der Kühe an die Wachstumskurve des Grünlands angepasst werden. Dies erfolgt, indem die Tiere möglichst geblockt in einem kurzen Zeitraum abkalben und sich somit alle im etwa gleichen Laktationsstadium befinden. Hierdurch kann das zur Verfügung stehende Weidefutter optimal

verwendet werden. In Neuseeland und Irland wurde dieses System so optimiert, dass der Weidefutteranteil auf 70 % (Irland) bis 90 % (Neuseeland) gesteigert werden konnte (Dillon, 2007). Allerdings wurde in diesen Gebieten schon seit Jahrzehnten auf Weidehaltung und eine Optimierung der Flächenleistung statt auf hohe Einzeltierleistung hin gezüchtet. Zusätzlich erlauben die klimatischen Bedingungen deutlich längere Weideperioden.

Steinwidder et al. (2010b) konnte auf österreichischen Vollweidebetrieben Weidefutteranteile bis zu 58 % feststellen. Auf bayrischen Betrieben lassen sich laut Steinberger et al. (2009) sieben bis acht Weidemonate realisieren, davon sind allerdings nur fünf tatsächliche Vollweidemonate. Aufgrund der verkürzten Weideperiode und der Zucht auf hohe Einzeltierleistung muss das Vollweidesystem mit saisonaler Abkalbung auf die hiesigen Gegebenheiten angepasst werden. So empfiehlt es sich, die Abkalbungsphase nicht zu Beginn der Weideperiode zu legen, sondern in die Wintermonate. Hierdurch kann die Leistungsspitze im ersten Laktationsdrittel im Stall ausgefüttert und somit einem Energiedefizit entgegengewirkt werden. In Folge dessen wird auch die Fruchtbarkeit verbessert und die Kühe können in dieser Phase gedeckt werden. Eine gute Fruchtbarkeit und somit eine kurze ZKZ ist entscheidend für das saisonale Abkalben, da hier eine ZKZ von 365 Tagen angestrebt wird. Zum Weideaustrieb ist durch die Winterabkalbung die Milchleistung schon am Abnehmen (Laktationstag > 100) (vgl. Abbildung 1) Dadurch können die Kühe von dort an mittels Vollweide versorgt werden. Zielgröße ist zum Weidebeginn eine mittlere Milchleistung von 26-28 kg Milch pro Kuh und Tag (LfL, 2012)

Abbildung 1: Benötigte Energiedichte während der Laktation bei 7.500 kg Jahresmilchleistung (LfL, 2012)

2.2.1 Abkalbezeitraum und Fruchtbarkeit

Der Abkalbezeitraum hat bei Vollweidehaltung einen großen Anteil an der Nutzungsmöglichkeit der Weide (Steinwidder et al., 2010c, vgl. Tabelle 1). Bei einer frühen Kalbephase (November bis Dezember) steigt der Anteil an Kraftfutter und Futterkonserven und der Weideanteil an der Gesamtration sinkt. Hierdurch kann, im Vergleich zu einem späteren Abkalbezeitpunkt, eine höhere Milchleistung pro Laktation erzielt werden. Durch das frühe Abkalben werden die Kühe bis zu 20 Laktationswochen ausschließlich im Stall gefüttert. Dadurch kann zu Laktationsbeginn das Energiedefizit reduziert werden, was sich auch in der Fruchtbarkeit zeigt. So wies die Gruppe mit dem frühen Abkalbezeitraum die kürzeste ZKZ, den niedrigsten Besamungsindex und auch die höchste Trächtigkeitsrate auf.

Bei einem mittleren Abkalbezeitraum von Dezember bis Januar konnte signifikant mehr Weidegras als bei dem frühen Abkalben genutzt werden. Infolge dessen sank auch der Kraftfutterbedarf. Die Milchleistung sank trotz des geringeren Kraftfutteranteils nur unwesentlich ab. Es konnten ca. die ersten 15 Laktationswochen im Stall gefüttert werden, bevor auf Weide umgestellt wurde. So konnten nahezu alle Tiere belegt werden bevor es auf die Weide ging. Zusätzlich konnte bei der Umstellung von Stallfütterung auf Weidefutter ein zweiter Anstieg der Milchleistung beobachtet werden.

Bei dem späten Abkalbezeitraum von Februar bis März konnten die höchsten Anteile an Weidefutter und der geringste Kraftfutterbedarf verzeichnet werden. Die Milchmenge war allerdings auch geringer als bei den früheren Kalbeterminen. Vor allem hochleistende Tiere wiesen zu Weidebeginn bei diesem System Mängel in der Nährstoffversorgung auf. Die letzte Gruppe zeigte den höchsten Besamungsindex und die geringste Trächtigkeitsrate. Die Zwischenkalbezeit lag allerdings zwischen den ersten beiden Gruppen.

Tabelle 1: Ausgewählte Leistungs-, Fütterungs- und Fruchtbarkeitsparameter bei verschiedenen saisonalen Abkalbeterminen nach Steinwidder et al. (2010c)

	Gruppe 1	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**
Abkalbezeitraum	Nov.-Dez.	Dez.-Jan.	Feb.-Mrz.
305 Tage Leistung ECM (kg)	6.441	6.134	5.821
Weidefutter (% TM der Gesamtration)	43[b]	52[a]	57[a]
Kraftfutter (% TM der Gesamtration)	12[a]	10[ab]	7[a]
Trächtigkeit bis 98. Laktationstag (% aller Kühe)	82	58	50
Besamungsindex trächtige Kühe (Besamungen)	1,0	1,1	1,5
Zwischenkalbezeit (Tage)	352	381	361

Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant, 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Generell lässt sich durch die saisonale Abkalbung allerdings ein positiver Effekt auf die Fruchtbarkeit erkennen. So scheiden, langfristig gesehen, Tiere mit einer schlechteren Fruchtbarkeit aus, da diese konsequent selektiert werden müssen, um die durchschnittliche ZKZ von 365 Tagen zu halten. Zusätzlich werden alle Tiere in einem begrenzten Zeitraum brünstig, d.h. der Landwirt kann in diesem Zeitraum verstärkt den Fokus auf die Brunstbeobachtung setzen und erzielt somit höhere Raten in der Brunsterkennung (Steinwidder et al., 2010a).

2.2.2 Wahl des Weidesystems

Bei der Wahl des Weidesystems sollte die Zielsetzung auf eine möglichst gute Ausnutzung der Weidefläche und somit möglichst viel Milch pro Fläche gelegt werden. Weitere Faktoren sind eine möglichst effektive Ausnutzung der Arbeitszeit, Anpassung an Betriebsstrukturen aber auch persönliche Vorlieben und Interessen des Landwirtes (Steinwidder et al., 2015). In der Praxis wird beim Vollweidesystem häufig auf Kurzrasenweide oder Koppelweidesystem gesetzt. Die extensive Standweide nutzt die Weidefläche nicht sehr effektiv aus, sprich es wird weniger Milch pro Hektar produziert (höherer Weiderest, ineffizientere Ausnutzung der Fläche). Bei der Portionsweide kann zwar die Weide bestmöglich ausgenutzt werden, aber die Arbeitsbelastung durch das Versetzen der Zäune ist sehr hoch, ebenso wie die Zaunkosten (Elsäßer et al., 2014).

Vergleicht man Kurzrasenweide und Koppelweide, ergeben sich hinsichtlich des Ertrages bzw. der Leistungen nur geringe Unterschiede (Leisen, 2015; Kiefer, 2014). Die Kurzrasenweide reagiert im Gegensatz zur Portionsweide empfindlicher auf Sommertrockenheit und erholt sich auch schlechter von der Trockenperiode (Steinwidder et al., 2017). Für Kurzrasenweide sollten die Flächen homogen und nicht zu stark geneigt sein. Koppelweidesysteme funktionieren auch auf heterogenen Schlägen, da sich diese unterteilen lassen.

Die Koppelweide verbucht höhere Zaunkosten, wohingegen die Kurzrasenweide höhere Anforderungen an das Management hat (Häusler et al., 2006). Die Arbeitszeit pro ha Weide sowie die Arbeitszeit pro Kuh fällt bei der Kurzrasenweide geringer als bei Koppel- oder Umtriebsweide aus. Kiefer (2014) konnte im süddeutschen Raum bei Kurzrasenweide eine durchschnittliche Arbeitszeit pro Hektar Weide von neun Stunden nachweisen, wohingegen bei der Koppel- bzw. Umtriebsweide zwölf Stunden benötigt werden. Sowohl Elsäßer et al. (2014) wie auch Hüttel et al. (2018) ermitteln ebenfalls die Kurzrasenweide als arbeitseffizientes Weidemodell.

2.2.3 Milch- und Flächenleistungen

Bei Vollweidehaltung ist die Einzeltierleistung kein geeignetes Maß, um die Produktivität des Betriebes zu bewerten. Wie bereits erwähnt, ist das Ziel bei diesem Verfahren eine möglichst effiziente Verwertung der eigenen Betriebsmittel, speziell des Grünlandaufwuchses bzw. der Fläche. Deshalb bietet sich die Flächenproduktivität als Instrument zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Weidesystemen an. Hierbei wird die produzierte Milch in Verhältnis mit der gesamten für die Milcherzeugung benötigte Fläche in Relation gesetzt inklusive des Flächenbedarfs für Zukauffutter (Weiß et al., 2008). Nach McCarthy et al. (2011) hat eine hohe Einzeltierleistung sogar einen negativen Einfluss auf die Flächenleistung und ist deshalb kein guter Indikator für die Produktivität bzw. Wirtschaftlichkeit von Weidebetrieben!

Im schweizerischen Mittelland konnten im Durchschnitt über zwölf Jahre ca. 12.000 kg ECM/ha Futterfläche unter Vollweidebedingungen produziert werden. Die Schwankungen der unterschiedlichen Jahre waren hierbei relativ gering. Betrachtet man den Gesamtfutteraufwand inklusive der Trockenstehzeit, konnte hier ein Weideanteil von ca. zwei Dritteln erzielt werden. Diese Weideflächen wurden allerdings nicht ökologisch bewirtschaftet und es erfolgte eine

mineralische Ergänzungsdüngung von 150 kg Ammonsalpeter je ha (Thomet et al., 2014). Leisen (2015) hat die Flächenproduktivität von Weidebetrieben für das Jahr 2014 in Mitteleuropa untersucht und kommt auf eine Spanne von ca. 6.500 kg ECM/ha bis zu 11.500 kg ECM/ha. Die höchsten Flächenleistungen konnten hierbei vor allem bei einer mittleren Wuchshöhe von unter 5 cm erzielt werden. Die Einzeltierleistung lag dagegen im Mittel während der Weideperiode bei ca. 20 kg ECM/Kuh und Tag. Thomet et al. (2014) konnten im Mai Leistungen von bis zu 27 kg ECM/Kuh und Tag allein von der Weide verzeichnen. Im Jahresmittel lag die Leistung allerdings ebenfalls unter 20 kg ECM.

Der begrenzte Einsatz bzw. der komplette Verzicht von Kraftfutter während der Weideperiode ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg des Weidesystems. Kraftfutter verdrängt Grobfutter und ist im Vergleich zum Weideaufwuchs vor allem im Ökolandbau deutlich teurer. Zudem ist der Einfluss der Kraftfuttermenge auf die Milchleistung bei Weidebetrieben geringer als bei Stallfütterung (Schori et al., 2014; Kiefer et al., 2015).

2.2.4 Wirtschaftlichkeit Vollweide

Kiefer (2014) hat süddeutsche Weidebetriebe mit und ohne saisonaler Abkalbung verglichen und kommt zu dem Ergebnis, dass Betriebe mit saisonaler Abkalbung das höhere kalkulatorische Betriebszweigergebnis pro kg Milch, einen höheren Gewinn pro Kuh und eine höhere Stundenentlohnung erwirtschaften konnten. Wesentlichen Einfluss auf diese Ergebnisse haben die geringeren Grobfutterkosten und der geringere Arbeitsaufwand pro Kuh bei saisonaler Abkalbung.

Vergleicht man bei saisonaler Abkalbung die unterschiedlichen Abkalbezeiträume unter ökonomischen Gesichtspunkten, so fällt auf, dass durch einen frühen Kalbezeitraum mehr Milcherlös erzielt werden kann. Allerdings steigen auch die Futterkosten, da billiges Weidefutter durch teures Kraftfutter verdrängt wird. Bei einem späteren Abkalbezeitraum wird zunehmend mehr Weidefutter und weniger Kraftfutter durch die Kühe aufgenommen. Die Futterkosten sinken, allerdings auch der Milcherlös. Insgesamt gleicht sich der geringere Milcherlös und der höhere Futteraufwand in etwa aus (Steinwidder et al., 2010c). In Tabelle 2 sind hierzu Ergebnisse aufgelistet. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen hinsichtlich des Erlöses oder der Kosten erzielt werden.

Tabelle 2: Einfluss des Abkalbezeitraums auf Milcherlös und variable Futterkosten (nach Steinwidder et al., 2010c)

Abkalbezeitraum	Gruppe 1 Nov.-Dez.	Gruppe 2 Dez.-Jan.	Gruppe 3 Feb.-Mrz.
Milchpreis (ct/kg)	35,4	34,1	33,6
Milcherlös (Euro/Kuh und Jahr)	2.257	2.121	2.026
KF- und variable GF-Kosten (Euro/Kuh und Jahr)	415	363	196
Differenz (Milcherlös - KF und variable GF-Kosten) (Euro/Kuh und Jahr)	1.842	1.758	1.730

[1] Für „Wintermilch“ (Oktober-März) wurde hier ein Aufschlag von 2 ct/kg Milch erhoben, deshalb haben die früheren Gruppen einen höheren Milchpreis; KF = Kraftfutter, GF = Grobfutter

Die Wahl des Weidesystems kann auch Einfluss auf ökonomische Erfolgsgrößen haben. So zeigten 40 Betriebe mit Kurzrasenweiden im Vergleich zu ca. 40 Umtriebs- und Koppelweidebetrieben geringere Grobfutterkosten und somit geringere Produktionskosten je Liter Milch. Ebenso wiesen die Kurzrasenbetriebe einen deutlich geringeren Arbeitszeitbedarf pro Kuh auf. Allerdings sollte beachtet werden, dass für Kurzrasenweide gleichmäßige und große Schläge eine Voraussetzung sind und sich nicht von jedem Betrieb umsetzen lassen. Insgesamt waren die Stundenentlohnung und das kalkulatorische Betriebszweigergebnis der Kurzrasenweidebetriebe höher. Allerdings war auch der Anteil an Biobetrieben hier größer und die ökologischen Betriebe hatten im Mittel eine bessere Stundenentlohnung. Eine eindeutige Zuordnung und somit einen Vorteil hinsichtlich ökonomischer Kennzahlen konnte somit der Kurzrasenweide in dieser Studie nicht angerechnet werden (Kiefer, 2014).

2.3 Vergleich Stallhaltung und Vollweide mit saisonaler Abkalbung

2.3.1 Low-Input vs. High-Output

Vergleicht man Vollweidehaltung mit ganzjähriger Stallhaltung, so vergleicht man prinzipiell zwei grundlegende Strategien der Milchproduktion. Bei Low-Input wird versucht, die gegebenen Ressourcen optimal zu nutzen und zusätzliche Kosten soweit wie möglich zu reduzieren (Arbeitskosten, Mechanisierungskosten, Futterkosten, etc.). Als Folge dessen wird sich der Output verringern. Allerdings sollte sich, monetär betrachtet, die Reduzierung des Inputs stärker ausprägen als der Rückgang des Outputs. Hieraus kann dann ein Wettbewerbsvorteil entstehen. Bei der ganzjährigen Stallhaltung ist es ein Ziel, den Milchertrag pro Kuh und Stallplatz zu maximieren, also ein High-Output System. Ziel bei dieser Variante ist es, durch hohe Leistungen und Wachstum, Kostendegressionen zu erzielen und somit einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Ein großer Output setzt allerdings in der Regel auch einen hohen Input und somit höhere Betriebskosten voraus (Finneran et al., 2010).

Kirchweger et al. (2013) haben mittels einer Clusteranalyse Biomilchbetriebe in High-Output und Low-Input Betriebe eingeteilt und diese verglichen. Der Unternehmensertrag war bei den High-Output Betrieben deutlich größer als bei den Low-Input Betrieben, allerdings auch der Unternehmensaufwand. Die Aufwandsrate, also der Aufwand dividiert durch den Ertrag, liegt bei der High-Output Variante bei 60 % und bei der Low-Input Variante bei 43 %. Schlussendlich wiesen aber beide Varianten dann ein ähnliches Einkommen auf. Welches System erfolgreicher ist, hängt einerseits von der Marktsituation ab. High-Output weist ein höheres unternehmerisches Risiko auf. So steigen die Unternehmenserträge deutlich bei hohen Absatzpreisen, allerdings sinken sie auch schnell bei schlechten Verkaufspreisen bzw. bei steigenden Betriebsmittelkosten (z.B. Kraftfutterkosten). Die Unternehmenserträge der Low-Input Betriebe schwankten dagegen deutlich geringer, sowohl nach unten als auch nach oben. Der Betriebsaufwand blieb bei den untersuchten Betrieben nahezu gleich. Low-Input Betriebe sind im Vergleich zu den High-Output Betrieben unempfindlicher gegenüber Preisschwankungen (z.B. Milchpreis), allerdings ist laut Kirchweger et al. (2013) eine größere Abhängigkeit von Prämienzahlungen gegeben.

Baur et al. (2010) haben bei Untersuchungen in der Schweiz Milchproduzenten zu ihren Einstellungen und Motiven zur Wahl der Fütterungsstrategie Hochleistung (High-Output) bzw. Vollweide (Low-Input) befragt. Dabei stellte sich heraus, dass bei den Landwirten, welche die Hochleistungsstrategie verfolgen, die produzierte Milch im Vordergrund steht. Sie sehen sich als moderne Unternehmer, welche marktorientiert Milch produzieren. Die Landwirte, die die Vollweidestrategie verfolgen, sehen eine ökoeffiziente Produktion als entscheidend an. Dabei ist ihnen die Ökologie und das Gemeinwohl wichtig.

2.3.2 Arbeitszeitbedarf

Ein Hauptfaktor, der sich sowohl ökonomisch wie auch auf die Lebensqualität der Landwirte niederschlägt, ist die Arbeitsbelastung. Die Arbeitskosten sind in der Regel der größte Kostenposten, so nehmen sie beispielsweise bei österreichischen Betrieben ein Drittel bis zu der Hälfte der Produktionskosten je Kilogramm Milch ein (Kirner 2007).

Die Arbeitsbelastung wird bei der Umstellung von Stallhaltung auf Vollweide mit saisonaler Abkalbung verschoben und auch deutlich reduziert. So konnten Arbeitszeitersparnisse von 10 – 50 % verzeichnet werden. Die Arbeitsspitzen verschieben sich aufgrund der saisonalen Abkalbung in die Wintermonate. Dagegen wird im Sommer und vor allem Spätsommer deutlich Arbeitszeit eingespart. Die Art der Arbeit ändert sich ebenfalls. So wird weniger Arbeitszeit für die Futterernte und Bergung als auch für Stallarbeiten benötigt. Dagegen steigt der Arbeitsbedarf für die Weidearbeiten, das Austreiben und Beobachtungsgänge (Kirner 2012).

Durgiai et al. (2005) verzeichnen einen deutlichen Rückgang der Arbeitsbelastung und somit steigt der Lohnansatz der Familien-Arbeitskräfte bei der Umstellung von Stall- auf Vollweidehaltung. Im Schnitt konnte auf den acht untersuchten Betrieben nach der Umstellung auf Vollweidehaltung eine Zeitersparnis pro Kuh und Jahr von fast 40 Akh festgestellt werden. Hierbei handelte es sich um Familien-Betriebe mit durchschnittlich 28 Kühen mit z.T. Anbindehaltung.

Betrachtet man die Arbeitserledigungskosten pro kg ECM, stellt man nach Uhlig et al. (2016) fest, dass sie mit zunehmendem Weideanteil der Betriebe steigen. Hüttel et al. (2018) haben einerseits die Arbeitszeit von Weidebetrieben während der Weide- und Stallperiode verglichen und kommen zu dem Ergebnis, dass während oder nach der Umstellung auf Weide kein nennenswerter Unterschied der Gesamtarbeitszeit entsteht. Der Mehraufwand durch weidebedingte Arbeiten wird bei anderen Arbeitsgängen wieder eingespart. Außerdem konnte festgestellt werden, dass Weidebetriebe im Vergleich zu Stallbetrieben einen niedrigeren Gesamtarbeitsaufwand und eine höhere Arbeitsproduktivität aufweisen. Um Weide arbeitswirtschaftlich optimal zu nutzen, ist das Weidemanagement von hoher Bedeutung (Elsäßer et al., 2014; Kiefer, 2014). Kurze Triebwege und festinstallierte Tränken können den täglichen Arbeitszeitbedarf deutlich reduzieren (Schick, 2001). Ebenso können Hilfsmittel, wie Fahrzeuge (z.B. Quad´s) oder Hunde, die tägliche Arbeitsbelastung durch Treibarbeiten verringern. Es können sogar Arbeitskräfte reduziert werden (Hüttel et al. 2018).

2.3.3 Erträge und Leistungen

Vergleicht man die Flächenerträge von Vollweide mit der von Flächen mit Schnittnutzung, zeigt sich, dass mit beiden Systemen ähnlich hohe Erträge erzielt werden können. Auf Weiden (speziell Kurzrasenweiden) lassen sich Netto-Erträge von 68-105 dt. TM/ha und Jahr sowie Energieerträge von bis zu ca. 70.000 MJ NEL/ha und Jahr erzeugen (Leisen, 2015; Buchgraber und Gindl, 2004; LfL, 2012). Bei 3-5 Schnittnutzung sind mittlere Erträge von 80-97 dt./ha und Energieerträge von 38.000 – 63.000 MJ NEL/ha auf bayrischen Betrieben möglich (Köhler et al. 2017).

Hofstetter et al. (2011) haben über drei Jahre eine Stallherde, welche mittels Teil-Mischration und eine Weideherde mit Winter-/Frühjahrsabkalbung (Januar-März) verglichen. Während der Vegetationsperiode wurde die Weideherde unter Vollweidebedingung auf einer Kurzrasenweide gehalten. Dabei zeigte sich, dass die Stallherde eine höhere Energiedichte pro kg TM aufnehmen und deshalb auch eine höhere Milchleistung erzielen konnte. Betrachtet man nun die Flächenproduktivität, so schneidet hier ebenfalls die Stallherde besser ab. Setzt man die produzierte Milch mit der Hauptfutterfläche in Vergleich, so ist die Stallherde deutlich produktiver. Vergleicht man allerdings die komplette landwirtschaftlich genutzte Fläche fällt die Differenz zwischen den zwei Herden, aufgrund des niedrigeren Kraftfuttereinsatzes bei der Weideherde, geringer aus. Aber auch hier zeigt sich bei der Stallherde noch eine bessere Flächenproduktivität (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Vergleich der Milchleistung, Flächen- und Futterproduktivität zwischen Stall- und Weidehaltung in einem schweizerischen Versuch (Hofstetter et al. 2011)

	Stallherde	**Weideherde**
Milch, ECM kg/Kuh	9.607	5.681
ECM/ha HFF, kg	17.513	11.080
ECM/ha LF, kg	12.717	10.307
ECM/kg Futter TM, kg	1,28	1,08
Kraftfutter/kg ECM, g	131	54

2.3.4 Vergleich der Wirtschaftlichkeit

Kiefer et al. (2014b) haben sowohl konventionelle, als auch ökologisch wirtschaftende Weidebetriebe in Süddeutschland mit den Ergebnissen von durchschnittlichen Stallbetrieben aus dem Rinderreport Baden-Württemberg verglichen. Die Stallbetriebe hatten mit 94 Kühen im Schnitt doppelt so viele Tiere wie die Weidebetriebe. Die Milchleistung der Stallbetriebe war ebenfalls deutlich höher. Die konventionellen Weidebetriebe konnten aus ökonomischer Sicht nicht mit den beiden Vergleichsgruppen mithalten. So fehlen einerseits die hohen Milchpreise der ökologisch wirtschaftenden Betriebe oder die hohen Milchleistungen der Stallbetriebe. Die ökologischen Weidebetriebe zeigten bei dem Gewinn pro Akh etwa den gleichen Wert wie die Stallbetriebe (ca. 18 €/Akh). Betrachtet man den Gewinn pro Kuh oder den Gewinn pro kg Milch, dann schneiden die ökologischen Weidebetriebe besser als die Stallbetriebe ab. Beim Gewinn der Milchviehhaltung pro Betrieb haben die Stallbetriebe, aufgrund der größeren

Herden, das deutlich höhere Ergebnis. Weidebetriebe setzten im Durchschnitt deutlich geringere Kraftfuttermengen als die Stallbetriebe ein, somit verändert sich der Gewinn der Weidebetrieben bei Preisänderungen deutlich weniger. Weidebetriebe sind dagegen deutlich abhängiger von Prämien. Dies macht sie wiederum unabhängiger vom Milchpreis. Dies kann bei steigenden Milchpreisen aber auch ein Vorteil auf Seiten der Stallbetriebe sein, da diese dann deutlich stärker von der Preiserhöhung profitieren. Besonders großen wirtschaftlichen Erfolg brachte laut Kiefer et al. (2014a) die Umstellung von Stallhaltung auf Weidehaltung auf Grenzstandorten.

Wolfthaler et al. (2017) haben die Stallhaltung mit Vollweidehaltung auf einem österreichischen Modellbetrieb verglichen. Zusätzlich wurde zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise unterschieden. Die Stallhaltungsgruppen konnten höhere Milchleistungen, Milchinhaltstoffe und den höheren Milchpreis (Bonus für Wintermilch) als die Weidegruppen erzielen. Unter Vollweidebedingungen sind die Kosten allerdings geringer. Vor allem die Kosten für Kraft- und Grobfutter fallen deutlich niedriger aus. Aber auch bei den übrigen Vorleistungskosten lag die Vollweide niedriger. Somit konnten die Weidegruppen die geringeren Leistungen mehr als ausgleichen und kommen insgesamt zu einem besseren ökonomischen Ergebnis als die Stallgruppe bei gleicher Wirtschaftsweise. Ökonomisch am besten schnitt die Vollweide mit ökologischer Bewirtschaftung ab. Die Vollweidegruppe ist nicht mehr so stark vom Milchpreis und den Kraftfutterkosten abhängig wie die Stallgruppe. Stattdessen steigt die Bedeutung von Nebenerlösen (Altkuh, Kälber etc.). Dadurch sind die Einflüsse von einzelnen Preisschwankungen auf Vollweidebetriebe nicht so stark ausgeprägt (Kiefer, 2014; Kiefer et al., 2014b). Wolfthaler et al. (2017) schlussfolgern, dass Vollweide ökonomischen Erfolg bringen kann. Besonders gute Ergebnisse können mit ökologischer Bewirtschaftung und/oder der Hinzunahme von speziellen Vermarktungsprogrammen (z.B. Heumilch) erzielt werden. Gleichzeitig wird aber darauf verwiesen, dass für erfolgreiche Vollweidehaltung ausreichend arrondierte Fläche essenziell ist. Somit ist die Umsetzung von Vollweide für größere Betriebe oder Betriebe mit großem Wachstum sehr schwer zu bewerkstelligen, da es oft nicht möglich ist, betriebsnahe Flächen ab einer bestimmten Größenordnung zu pachten.

Gazzarin et al. (2018) haben 36 Schweizer Pilotbetriebe in Gruppen zusammengefasst. Dabei zeigte sich, dass das Vollweide wirtschaftliche Vorteile aufgrund von geringeren Kosten mit sich bringt. So konnten vor allem bei Kraftfutter, bei Gebäuden und der Arbeit Kosteneinsparungen festgestellt werden. Als Folge konnten Vollweidesysteme zu tieferen Milchpreisen produzieren als High-Input oder Gemischtbetriebe. Die Reduktion der Kosten liegt nach Gazzarin et al. (2018) nicht nur am System sondern auch am besseren Management und dem stärker ausgeprägten Kostenbewusstsein der Vollweidebetriebe.

Kirner (2009) hat Vollweidesysteme in der ökologischen Milchviehhaltung mit Systemen ohne Vollweide in Österreich verglichen. Dabei zeigte sich, dass Vollweidehaltung sowohl in Berg- wie auch in Talgebieten wettbewerbsfähig ist. So wird zwar weniger Milch produziert, allerdings zu deutlich niedrigeren Grenzkosten als bei herkömmlichen Produktionssystemen. Zusätzlich kann die Wirtschaftlichkeit verbessert werden, indem der Bestand aufgestockt wird, um den Milchrückgang zu kompensieren. Laut Kirner (2009) ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des Vollweidesystems, dass der Landwirt positiv gegenüber Weide

eingestellt ist und dass ausreichend arrondierte Fläche vorhanden ist.

Aus den in der Literatur vorliegenden Informationen ergibt sich somit folgende Hypothese:

Weide im Kurzrasensystem kann für Jungrinder und Milchkühe effizient und nachhaltig genutzt werden, wenn das derzeitige produktionstechnische Wissen im Bereich Betriebsorganisation (saisonale Abkalbung im Winter, Vollweide) und Weidemanagement genutzt wird.

3 Material und Methoden

Zur Prüfung der aufgestellten Hypothesen und Beantwortung der damit verbundenen Fragen wurde der biologisch geführte Betrieb des LVFZ Kringell genutzt. Im Einzelnen ergaben sich folgende Versuchsanstellungen:

1. Vergleich Vollweide (Kurzrasenweide) mit Winterkalbung zu Ganzjahreskalbung mit Stallfütterung und Auslauf auf Weide gemäß Ökoverordnung

Ort:	LVFZ Kringell, Kringell 2, 94116 Hutthurm
Betriebsform:	ökologisch
Datenerhebung:	15.11.2014 bis 30.09.2017
Vorarbeiten	- erfolgreiche Ansaat von hofnahen Weideflächen in 2011 - Vorarbeiten in 2012 zur Herdenführung und Futterwirtschaft - seit 2013 getrennte Bewirtschaftung der Herden

Die Teilung des Betriebs zur Milcherzeugung in zwei Betriebe mit „Vollweide und Winterkalbung - **Weideherde**“ bzw. „Stallfütterung mit beschränktem Weidegang und ganzjähriger Abkalbung - **Stallherde**“ erfolgte vor Versuchsbeginn. Je Betrieb sollten im Schnitt 36 Fleckvieh-Kühe plus Nachzucht gehalten werden. Die Zielwerte für die Stallherdetiere lagen bei 8.000 kg ECM Milchleistung und 18 dt. Kraftfuttereinsatz, jene der Weideherdetiere bei 7.200 kg ECM und 11 dt. Kraftfuttereinsatz je Kuh und Jahr.

Die Zufütterung bei der Stallherde orientiert sich in der Weideperiode an der Verfügbarkeit des Weidefutters um eine möglichst hohe Effizienz in der Verwertung des Weidefutters pro Hektar zu erreichen. Die Zielaufwuchshöhe der Weide betrug 5 bis 6 Zentimeter. Zufütterung erfolgt ab einer Aufwuchshöhe von unter 5 Zentimetern. Die Weidewirtschaft erfolgt nach den Maßgaben von Steinberger et al. (2012b).

Jede Herde erhielt eine für sie abgestimmte Rationsmischung (die Vollweide-Herde nur in der Winter- und Übergangsperiode). Die Erfassung der Erträge und Futter- bzw. Nährstoffflüsse wurden wie im Vorhaben zur Effizienz der Futterwirtschaft (Köhler et al., 2014), jedoch ohne Schlagbezogenheit, umgesetzt. Jede Woche wurde die Weideaufwuchshöhe gemessen, 14-tägig wurden Milchproben gezogen.

Zusätzlich waren Weide-Probeschnitte (Weidekörbe, 14-tägig) und Pflanzenbestandsaufnahmen nach der Methode der Flächenprozentschätzung nach Schechtner (1958, modifiziert nach Braun-Blanquet, 1951) geplant.

2. Vergleich der Jungrinderaufzucht mit Vollweide aus ganzjähriger Abkalbung und Winterkalbung

Ort:	Jungviehstall + Kälberweide am LVFZ Kringell sowie Jungviehweiden in Oberleinbach, 94065 Waldkirchen
Betriebsform:	ökologisch
Laufzeit:	15.11.2014 bis 30.09.2017
Vorarbeiten:	- ab 2013 Nutzung der ehemaligen Mutterkuhflächen in Oberleinbach für Jungrinder - Umstellung der Jungrinderaufzucht im Sommer auf Vollweide

Die beiden Jungrinderherden wurden im Sommer gemeinsam auf der Weide gehalten und in der Winter- und Übergangsperiode mit der gleichen Ration versorgt. Der Futterverbrauch wurde dokumentiert und die Tiere einmal monatlich gewogen.

Die Zielaufwuchshöhe der Jungviehweide betrug 4 bis 6 Zentimeter. Eine Zufütterung erfolgte ab einer Aufwuchshöhe von unter 4 Zentimetern.

3.1 Geplante Zielwerte für den Versuchszeitraum

Tabelle 4 und Tabelle 5 geben stichpunktartig die Zielwerte für die beiden Herden während des Versuchszeitraums vom 15.11.2014 bis zum 30.09.2017 wider.

Tabelle 4: Zielwerte für die Milchkuhherden im Versuchszeitraum

Parameter	**Stallherde (SH)**	**Weideherde (WH)**
Kühe / Herde [Stück]	36	36
ECM / Kuh und Jahr [kg]	8.000	7.200
Kraftfuttereinsatz / Kuh und Jahr [dt.]	18	11
Grobfutterleistung / Kuh und Jahr [kg]	4.160	4.850
Trockenstellen ab [kg ECM/d]	< 12	< 10
Belegung p. p. ab [d]	45	35
Abkalbesystem	asaisonal	saisonal - Winter: 80 % der Kühe vom 16.11. bis 01.02.
Rund ums Kalben	Vorbereitungsfütterung: Kühe 15 d, Kalbinnen 3 Wochen	Vorbereitungsfütterung: Kühe 15 d, Kalbinnen 3 Wochen
Belegung bis max. x Tage p. p. bzw. Tag x	150 Tage p. p.	150 Tage p. p./20. Mai
Austauschtermin für Remontierungstiere erreicht ab	330 Melktage	330 Melktage
Austausch von Kalbinnen ab	< 20 kg Milch am 80. Laktationstag (7-Tages-Mittel)	< 20 kg Milch am 80. Laktationstag (7-Tages-Mittel)
Fruchtbarkeitskontrolle über Tierarzt und Milchanalysen	ja	ja
Teilnahme am Programm „ProGesund“	ja	ja
Klauenpflege-Termine/Kuh/a	2	1 (sofern notwendig)
max. Nachersatzrate/a [%]	25	25
Weidegang Kühe ab	Vegetationsbeginn (Richtwert Anfang April), Halbtagsweide, Aufwuchsziel: 5 – 6 cm	Vegetationsbeginn (Richtwert Ende März), Vollweide, Aufwuchsziel: 5-6 cm
verfügbare Weidefläche	2,0 ha als Standweide	14,4 ha als Kurzrasenweide
maximale Kraftfutter-Menge kg je Tier / d	Weideperiode: 6 Stallperiode: 8	Stallperiode: 8
Parasitenbekämpfung (alle Tiere, Magen-Darm- & Lungenwürmer)	4 Wochen nach Weideaustrieb, Mittsommer & Weideabtrieb	4 Wochen nach Weideaustrieb, Mittsommer & Weideabtrieb

Tabelle 5: Zielwerte für die weibliche Nachzucht der beiden Herden im Versuchszeitraum

Parameter	Stallherde-Nachzucht	Weideherde-Nachzucht
Dauer Jungviehaufzucht [Monate]	24	24
Kraftfuttereinsatz / Jungvieh / a [kg]	300	150
Futtermilcheinsatz / Jungvieh [kg] (Joghurt)	400	400
Weidegang Herbst- & Winter-Kälber	spätestens ab 15.05.	spätestens ab 15.05.
Weidegang restliche Kälber	ab dem 3. Monat	ab dem 3. Monat
Zufütterung Kälber	Zufütterung ab < 4 cm Weideaufwuchs, Zielaufwuchshöhe: 4 – 6 cm	Zufütterung ab < 4 cm Weideaufwuchs, Zielaufwuchshöhe: 4 – 6 cm
Parasitenbekämpfung (alle Tiere, Magen-Darm- & Lungenwürmer)	4 Wochen nach Weideaustrieb, Mittsommer & Weideabtrieb, Kokzidien und Leberegel bei Bedarf	4 Wochen nach Weideaustrieb, Mittsommer & Weideabtrieb, Kokzidien und Leberegel bei Bedarf

3.2 Datenerhebung Weide und Futter

Ertragserhebung

Die Erhebung aller Erntemengen (Basis: Frischmasse: Anwelksilage, Silomais, Heu, Stroh, Getreide, Eiweißfrüchte) wurde über die Fuhrwerkswaage vollzogen. Von jeder Ernte wurden begleitend Proben für die Trockenmasse- und Inhaltsstoffe-Bestimmung (Weender-Analyse, Mineralstoffe) entnommen.

Die Weideaufwuchshöhe als Indikator für den Saldo aus gefressenen und zugewachsenen Aufwuchs wurde während der Vegetationsperiode wöchentlich mittels „Rising-Plate-Meter (RPM)“ für alle Weideflächen erfasst.

Weidegras – Probeschnitte

Um die mit dem Weidefutter aufgenommen Nährstoffe und die Trockenmasse näher definieren zu können, wurden in der Vegetationsperiode wöchentlich mit Hilfe von sechs Weidekörben und einer akkubetriebenen Rasenschere Probeschnitte durchgeführt. Die Trockenmasse wurde direkt vor Ort bestimmt; die Inhaltsstoffe anschließend im Labor in Grub.

Bestimmung der Inhaltsstoffe

Die jeweils aktuell verfütterten Silagen wurden wöchentlich mit einem Probenbohrer an zwei Einstichstellen (ca. 1,0 m hinter der Anschnittfläche) beprobt. Das Probenmaterial wurde anschließend gut durchmischt und zwei Teilproben entnommen, wovon eine Teilprobe im

Trocknungsofen zur TM-Bestimmung verwendet wurde und die zweite Teilprobe über einen Zeitraum von vier Wochen gepoolt wurde (Lagerung in Tiefkühltruhe). Die gepoolte Probe wurde anschließend zur Analyse der wertbestimmenden Inhaltsstoffe an die Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU_3) der LfL in Grub weitergeleitet.

Pflanzenbestandsaufnahme

Da sich die Pflanzenbestände der einzelnen Grünlandflächen unterscheiden und die Kombination der einzelnen Arten und Artengruppen (Gräser, Leguminosen, Kräuter) bedeutend für die Ertragsfähigkeit ist, wurde eine Pflanzenbestandsaufnahme der Milchkuhweiden nach der Methode der Flächenprozentschätzung nach Schechtner (1958, modifiziert nach Braun-Blanquet (1951)) unter Federführung von Frau Prof. Dr. Martina Hofmann (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf) durchgeführt.

Futteraufnahme

Die Futteraufnahme im Stall wurde gruppenweise aus der mit dem Futtermischwagenprogramm „Futter-R“ ermittelten Futtervorlage und den handschriftlich dokumentierten Daten zur Futteraus- und -rückwaage erhoben.
Die Futter- bzw. Energieaufnahme auf der Weide wurde indirekt aus der Milchleistung bzw. Gewichtszuwachsrate und dem restlichen Futterverbrauch berechnet.
Zusätzlich wurde mit Hilfe von wöchentlichen Weideaufwuchs-Messungen und Probeschnitten das Weidewachstum erfasst, womit die indirekt berechnete Futteraufnahme gegenübergestellt werden kann.
Die Aufnahme von Milchleistungsfutter wurde über die Abrufstationen erfasst. Die Anpassung der Kraftfutterzuteilungslisten erfolgt alle zwei Wochen auf Grundlage der Probemelkungen.

3.3 Datenerhebung Versuchsherden

Milchmenge und Inhaltstoffe

Die Milchmenge wurde täglich automatisch mithilfe des Programms „Dairyplan“ erfasst und als Exceldatei auf dem Stall-Computer gespeichert. Gemelksproben zur Bestimmung der Milchinhaltsstoffe (Fett, Protein, Laktose, Harnstoff, Zellzahl) wurden 14-tägig von einem gesamten Tagesgemelk (Abendgemelk + Morgengemelk; Probenmenge proportional zur Gemelksmenge) genommen. Die Analysen wurden vom Milchprüfring Bayern in Wolnzach durchgeführt, der Transport der Proben erfolgte durch die LKV-Stelle Passau.

Gewichtsfeststellung

Die Gewichte der Kühe wurden jeweils nach Verlassen des Melkstandes automatisch (Dairyplan) aufgezeichnet und gespeichert. Eine Prüfung auf Plausibilität erfolgt regelmäßig. Nur plausible Daten werden verrechnet.

Body Condition Score (BCS); Rückenfettdicke (RFD)

Die Erfassung des „Body Condition Score“ sowie der Rückenfettdicke erfolgte i.d.R. einmal monatlich in Anlehnung an das Vorgehen der LfL-Tierernährung in Grub und am LVFZ Achselschwang.

Erfassung der Gesundheitsdaten

Daten zur Herdengesundheit wurden in erster Linie im Rahmen der Teilnahme am Rindergesundheitsmonitoring „ProGesund“ vom betreuenden Hoftierarzt gesammelt und dokumentiert. Zudem standen die Daten aus den regelmäßigen Milchproben (Zellzahlen, Fett-Eiweiß-Quotienten, Harnstoffgehalte, usw.) und den Aufzeichnungen in den Herdenmanagementprogrammen (DairyPlan, LKV-Herdenmanager) zur Verfügung.

Ökonomische Betrachtung

Die ökonomische Bewertung der Systeme erfolgte auf Basis der Versuchsergebnisse der beiden Herden sowie Anhand von Faustzahlen aus einschlägigen Literaturquellen (KTBL, LfL Deckungsbeitragsrechner). Neben der Ermittlung der „direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen“ (DAKfL) pro Milchkuh und je Liter Milch wurden diese auch im Verhältnis zur Flächeneffizenz, bezogen auf Hauptfutterfläche (HFF) sowie die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), ausgewiesen. Auf eine Vollkostenrechnung wurde verzichtet, da diese nur bei einzelbetrieblicher Berechnung eine sinnvolle Entscheidungsgrundlage für den Betriebsleiter bilden kann.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte – sofern nicht anders angegeben – unter Anwendung des Testtagsmodells mittels des Programmpakets SAS durch die Kollegen am Standort Grub.

3.4 Verwendete Parameter für die ökonomische Auswertung

Um die beiden Produktionsverfahren WH und SH ökonomisch zu vergleichen, werden die DAKfL herangezogen. Diese beziehen die Arbeitserledigungskosten mit ein. Somit kann die eigene Arbeit, welche bei der Stallhaltung im Vergleich zu Weidehaltung durchaus eine Rolle spielt ebenfalls ökonomisch bzw. monetär bewertet werden. Die Berechnung der weiteren fixen bzw. allgemeinen Kosten bis hin zum kalkulatorischen Gewinnbetrag oder den Vollkosten wurde nicht durchgeführt – mit Ausnahme der Flächenkosten, welche für die Verfahren der Grassilage, Maissilage und Weide mittels eines Pachtansatzes errechnet wurden. Diese fließen bei den DAKfL der Milchkuh in Form der Grobfutterkosten mit ein. Die Methodik zur Berechnung der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) basiert auf den von der KTBL (2016), DLG (2004) sowie Dorfner und Hofmann (2016) angewandten Methodik zur Ermittlung der DAKfL.

Leistungen
Die Leistung eines landwirtschaftlichen Produktionsverfahrens ergibt sich aus dem Ertrag des Haupt- und Nebenproduktes dieses Verfahrens, multipliziert mit dem Marktpreis. Sofern kein Marktpreis für das gehandelte Gut zur Verfügung steht, wird ein innerbetrieblicher Verrechnungspreis angesetzt. Dieser Preis richtet sich nach den Kosten eines Substituts. Unter Leistungen versteht man also die monetäre Bewertung des Ertrages eines Produktionsverfahrens (KTBL, 2016).

Direktkosten
Direktkosten sind Kosten, die direkt einem Produktionsverfahren zugeordnet werden können. Es handelt sich dabei um verbrauchte materielle und immaterielle Betriebsmittel. Für die Dauer, in der Kapital für diese Betriebsmittel gebunden ist, werden Zinskosten berechnet (KTBL, 2016).

Arbeitserledigungskosten
Arbeitserledigungskosten sind alle Kosten, die bei der Durchführung der Arbeit entstehen. Es werden variable und fixe Arbeitserledigungskosten unterschieden. Variable Arbeitserledigungskosten sind die variablen Kosten der Arbeitsmittel, Kosten für Aushilfskräfte, Teilzeitkräfte, Lohnunternehmer und Saisonarbeiter. Fixe Arbeitserledigungskosten sind fixe Kosten der Arbeitsmittel und Lohnkosten für ständig angestellte Arbeitskräfte (KTBL, 2016).

Direkt- und Arbeitserledigungskostenfrei Leistungen
Direktkostenfreie Leistungen sind, die Leistung abzüglich der Direktkosten und Zinsen für das in den Betriebsmitteln gebundene Kapital. Die DAKfL sind direktkostenfreie Leistungen minus die Arbeitserledigungskosten. Sie werden benötigt, um die weiteren allgemeinen und fixen Kosten zu decken.

3.5 Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen und externen Kooperationspartnern

Folgende interne und externe Partner waren maßgeblich in das Projekt eingebunden:

- LVFZ Kringell
  - LD Johann Blöchinger
  - Sebastian Krenn
  - Karsten Böker
  - Christian Ofenbeck
  - Markus Seibold
  - Katrin Jodlbauer

- Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LfL (AQU_3) in Grub
  - Dr. Manfred Schuster

- Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
  - Dr. Klaus Wiesinger, Sabine Obermaier

- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät für Land- und Ernährungswirtschaft
  - Prof. Dr. Martina Hofmann (Professorin für Grünland, Futterbau und Biologie)
  - Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler (Professorin für Tierproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft)
  - Prof. Dr. Martin Spreidler (Professor für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Landwirtschaftliche Buchführung und Steuerlehre)
  - Peter Weindl (ab 01.12.16)

- Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan
  - Prof. Dr. Wilhelm Windisch (Lehrstuhl für Tierernährung)

- Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften
  - Prof. Dr. Markus Rodehutscord (Fachgebiet Tierernährung)

4 Ergebnisse

Die erhobenen Daten und daraus resultierenden Ergebnisse sind ausführlich in den Masterarbeiten von Benedikt Pfister, Johannes Dietrich und Tobias Vögel dokumentiert. Diese werden auszugsweise im Ergebnisteil des Projektberichtes wiedergegeben:

1. **Pfister, Benedikt (2018)**: Vergleich von zwei unterschiedlich intensiven Weidesystemen in der Milchviehhaltung. Masterarbeit an der Universität Hohenheim, Fachgebiet Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Markus Rodehutscord, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.
2. **Dietrich, Johannes (2018)**: Vergleichende Untersuchungen zur Fruchtbarkeitsleistung und Tiergesundheit aus Kurzrasenweide im ökologischen Milchviehbetrieb. Masterarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Erstgutachterin: Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.
3. **Vögel, Tobias (2018)**: Empirische Untersuchungen zur Ökonomie von Milchkühen unter Voll- und Halbtagsweidehaltung im ökologischen Milchviehbetrieb. Erstgutachter: Prof. Dr. Martin Spreidler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Der Ergebnisteil im Projektbericht beschränkt sich aufgrund der beabsichtigten kompakten Darstellung der Ergebnisse auf wesentliche Erkenntnisse aus dem Versuch. Weitere Daten, v.a. zum Stand des Wissens hinsichtlich der Milchproduktion aus Weide können der ebenfalls im Rahmen des Projektes entstandenen Masterarbeit von Jeanette Stockbauer entnommen werden:

4. **Stockbauer, Jeanette (2016)**: Vergleich von Weideleistung auf Vollweide und saisonaler Abkalbung mit stundenweiser Weide und Ganzjahresabkalbung. Masterarbeit an der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers, Zweitgutachter: Prof. Dr. Wilhelm Windisch.

4.1 Witterung im Versuchszeitraum

In Abbildung 2 sind die durchschnittlichen Monats- und Jahrestemperaturen für den Standort Kringell dargestellt. Die Tabelle beinhaltet auch Monate ausserhalb des eigentlichen Versuchszeitraums (Januar bis Oktober 2014 sowie Oktober bis Dezember 2017). Dadurch soll die Vergleichbarkeit der Durchschnittswerte der einzelnen Monate verbessert werden. Die Monate Juli und August 2015 waren insgesamt die wärmsten im gesamten Versuchszeitraum und führten dazu, dass in diesem Zeitraum eine konsequente Vollweidehaltung nicht möglich war und die Tiere beigefüttert werden mussten. Dies wirkte sich negativ auf die jeweiligen Monats- wie auch die Jahresmilchleistung der Weideherde in 2015 aus. Die überdurchschnittlichen Temperaturen im September 2016 führten ebenfalls zu einem verminderten Zuwachs auf den Weideflächen, wodurch in diesem Jahr die Weideherde bereits ab Mitte des Monats zugefüttert werden musste.

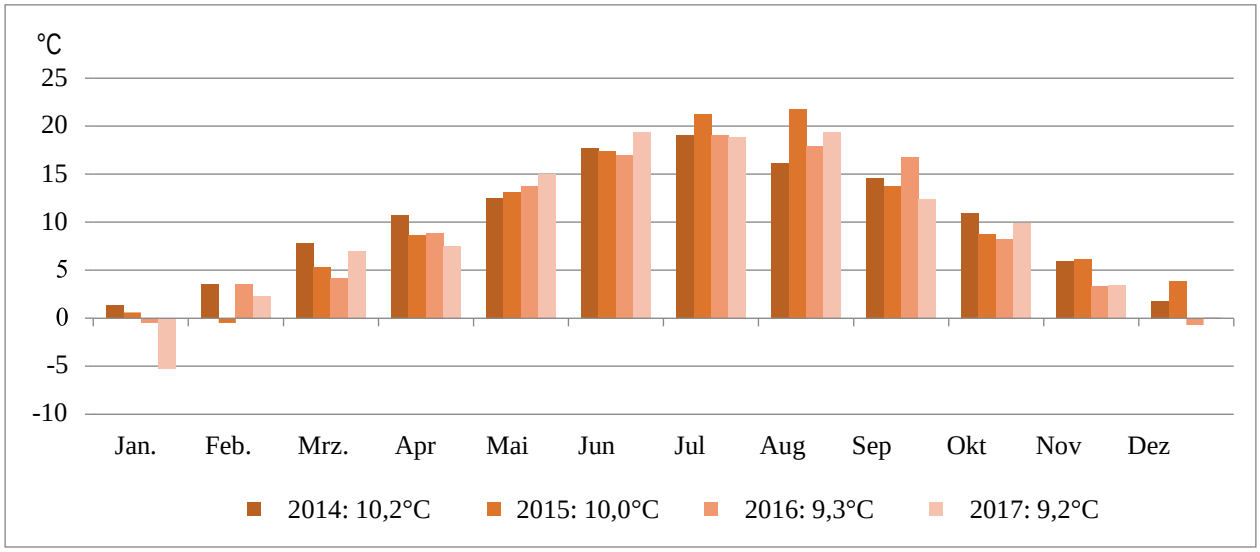

Abbildung 2: Durchschnittliche Temperatur am Standort Kringell während des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018), nach Agrarmeteorologie Bayern.

Abbildung 3 gibt Auskunft über die Niederschlagsverteilung im vierjährigen Durchschnitt (2014-2017). Im Mittel der Jahre ergeben sich zwei Peaks in der Verlaufskurve, einmal im Frühsommer (Mai/Juni) und zum anderen im November. Die Grafik zeichnet einen durchaus für den Standort im Bayerischen Wald typischen Verlauf nach. Allerdings war die Höhe der Jahresniederschläge in drei von vier Jahren unterhalb der erwarteten Menge von über 900 mm. In den Jahren 2014 (Jahr vor Versuchsbeginn) und 2015 wurden nicht einmal 800 mm Jahresniederschlag erreicht. Zudem traten in allen Versuchsjahren mehr oder weniger lange Phasen mit Sommertrockenheit auf. Der Standort ist somit hinsichtlich einer effektiven Vollweidehaltung über die gesamte Weidesaison bereits als Grenzstandort zu bewerten. Dies bedeutet für die Praxis, dass Betriebe mit ähnlichen klimatischen Voraussetzungen mehr beweidungsfähige Flächen vorhalten sollten als Betriebe in Gunstlagen (> 1.000 mm Jahresniederschlag).

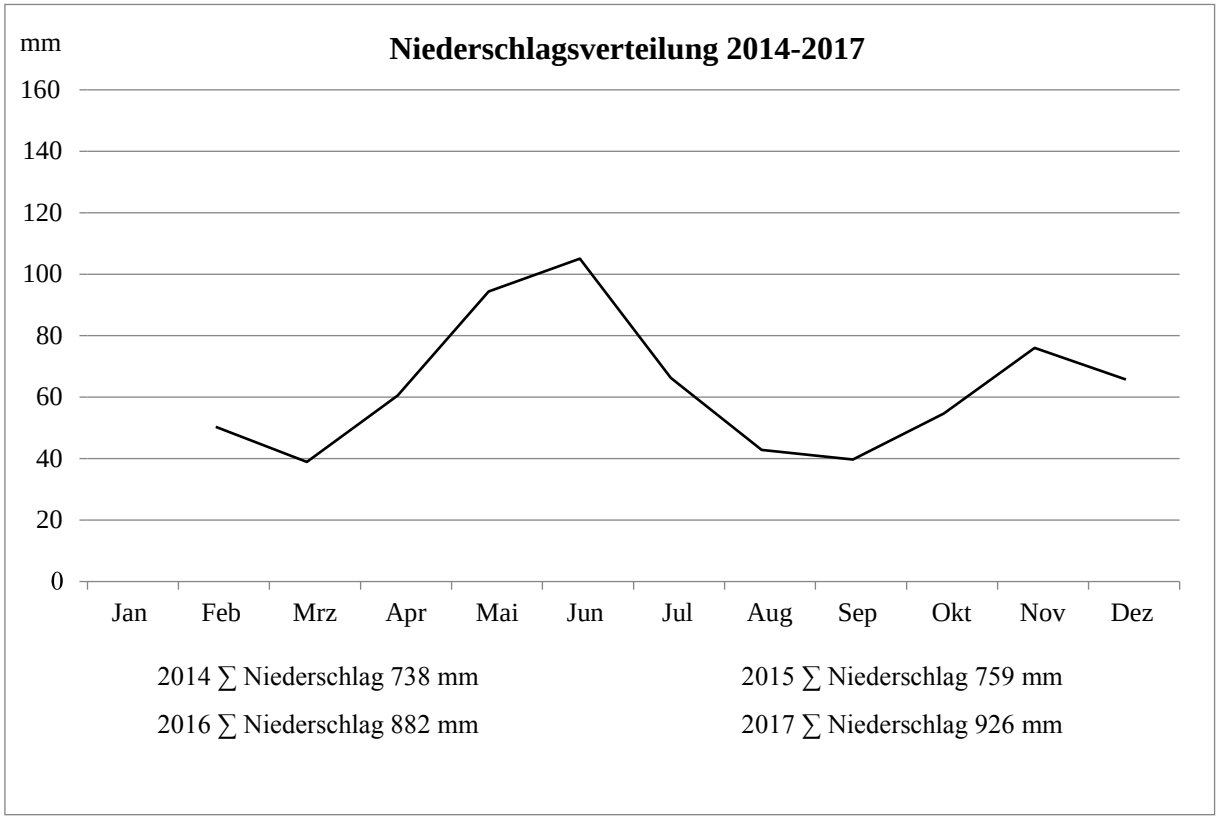

Abbildung 3: Niederschlagsmengen und Verteilung im Verlauf des vierjährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018), nach Agrarmeteorologie Bayern.

4.2 Ergebnisse des Kurzrasenweidesystems

Da die Datenerhebung auf der Kurzrasenweide der Weideherde intensiver durchgeführt wurde als auf den übrigen Weideflächen werden im folgenden Kapitel diese Ergebnisse explizit vorgestellt. Da die Witterungs- und Standortbedingungen sowie das Ertragspotential für die unmittelbar angrenzende Standweide der Stallherde vergleichbar sind wurde aus arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten dieses Vorgehen als fachlich ausreichend angesehen. Der eigentliche Vergleich der beiden Versuchsherden erfolgt ab Kapitel 4.3.

4.2.1 Weidezuwachs und Massenerträge

Das Frühjahr 2015 stellte mit 17 Vegetationstagen bis Ende Februar sehr gut den Durchschnitt des langjährigen Mittels dar. Die Grünland-Temperatursumme als Maßzahl für den Beginn des nachhaltigen Wachstums im Grünland wurde am 02.04.2015 erreicht, was auf ein kühles Frühjahr hindeutet. Die steigenden Temperaturen verbunden mit einer ausreichenden Wasserversorgung erlaubten dann Ende April ein Maximum von 73 kg TM pro Hektar und Tag (vgl. Abbildung 4). Dem Grundsatz des abnehmenden Ertragszuwachses folgend sanken die täglichen Zuwachsleistungen danach jedoch auf einen Tiefpunkt von 39 kg TM pro Hektar. Erst ab Ende Juli lag das tägliche Graswachstum wieder über 61 kg TM pro Hektar und erreichte dann Mitte August auch aufgrund einer guten Niederschlagsverteilung den Höchststand von 77 kg TM pro Hektar. Im Spätsommer führten die sinkenden Temperaturen bzw. die abnehmende Anzahl an Sonnenstunden trotz einer verbesserten Wasserversorgung zu rückläufigen Zuwachsraten pro

Tag. Das Jahr 2015 zeigte insgesamt drei Wachstumsspitzen auf der Kurzrasenweide Ende April, Mitte Juni und Mitte August. Die anhand der Weidekörbe errechneten „Bruttomassenerträge“ für das Weidejahr beliefen sich auf 99,6 dt. TM pro Hektar.

Das Weidejahr 2016 startete mit im Vorjahresvergleich höheren Temperaturen im Februar. Dadurch wurde die kumulative Wärmesumme von 200°C bereits am 29.03.2016 erreicht. Ein Kälteeinbruch zum Weidebeginn im März verhinderte in Folge jedoch einen Wachstumsvorteil gegenüber dem Vorjahr. So konnten mit 72 kg TM/Tag Ende April vergleichbare Zuwachsraten wie im Jahr zuvor erreicht werden. Im Anschluss sanken die Zuwachsraten auf lediglich 39 kg TM/Tag Anfang Mai (vgl. Abbildung 4). Das Jahr 2016 zeichnete sich im weiteren Verlauf jedoch durch eine gute und gleichmäßige Wasserverteilung aus. So wurden bereits nach 14 Tagen wieder Zuwachsraten von durchschnittlich 60 bis 65 kg TM/Tag erreicht. Die höchste Graszuwachsrate wurde Anfang August mit mittleren Zuwächsen von 86 kg TM/Tag erreicht. Die vermehrten Niederschläge Anfang September förderten im Anschluss wiederum einen leichten Anstieg der Zuwachsraten bis sich dann aufgrund der sinkenden Photosyntheserate das Graswachstum endgültig einstellte. Im Jahr 2016 zeigten sich insgesamt vier Peaks im täglichen Zuwachs: Ende April, Anfang Juni, Anfang August sowie Anfang September. Die kalkulierten „Bruttomasseerträge“ beliefen sich auf 118,9 dt./TM pro Hektar Weidefläche. Die Niederschlagssumme lag mit 882 mm unter dem langjährigen Mittel.

Das Frühjahr 2017 stellte das Wärmste im gesamten Versuchszeitraum dar. Die Durchschnittstemperatur von 7°C im Mittel führte zu 22 Vegetationstagen im März. Die Grünland-Temperatursumme wurde bereits am 25.03.2017 erreicht, was sich infolge in einem früheren Wachstumsbeginn wiederspiegelte. Aus diesem Grund konnten bereits Mitte April mit 72 kg hohe tägliche Zuwachsraten gemessen werden (vgl. Abbildung 5). Späte Schneefälle Ende April wirkten sich nur kurzfristig auf den Graszuwachs aus, sodass bereits Anfang Mai mit steigenden Temperaturen und guter Wasserversorgung die höchsten Zuwachsraten von ca. 76 kg TM je ha und Tag erreicht wurden. Die Wachstumsspitze Ende Mai mit durchschnittlich 74 kg stellte den zweiten Peak der Weidesaison dar. Der trockene Juni ließ das Graswachstum jedoch stark auf durchschnittlich lediglich 28 kg TM pro Hektar sinken. Die hohen Wassermengen im Juli erlaubten im Anschluss wieder einen kontinuierlichen Austrieb und gipfelten in täglichen Zuwachsraten von 62 kg TM je ha im August. Der Herbst zeichnete sich ähnlich wie in den Jahren zuvor durch rückläufiges Graswachstum aus. Das Jahr 2017 war durch drei Wachstumsspitzen Mitte April, Ende Mai sowie Mitte August geprägt. Je Hektar beliefen sich die „verlustfreien Masseerträge“ des verkürzten Versuchsjahrs 2017 mit 109 dt. TM auf hohem Niveau. Die Niederschlagssumme bewegte sich mit 926 mm auf Höhe des langjährigen Mittels.

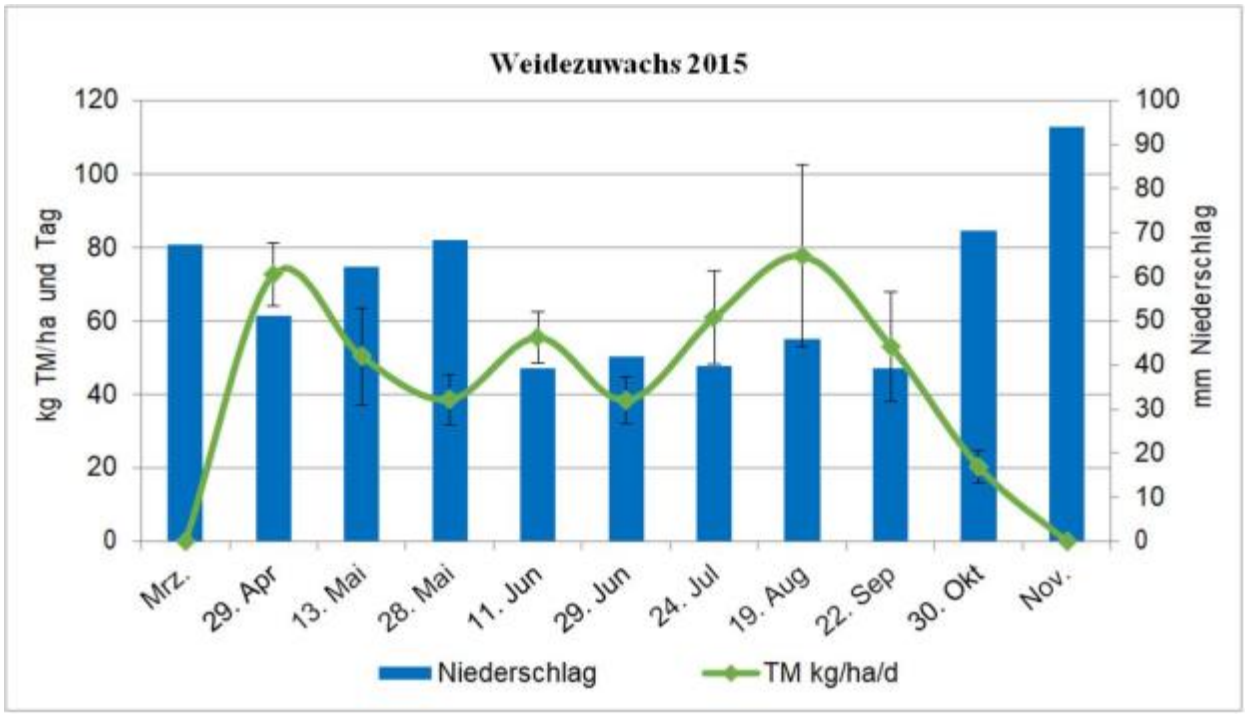

Abbildung 4: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2015 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018)

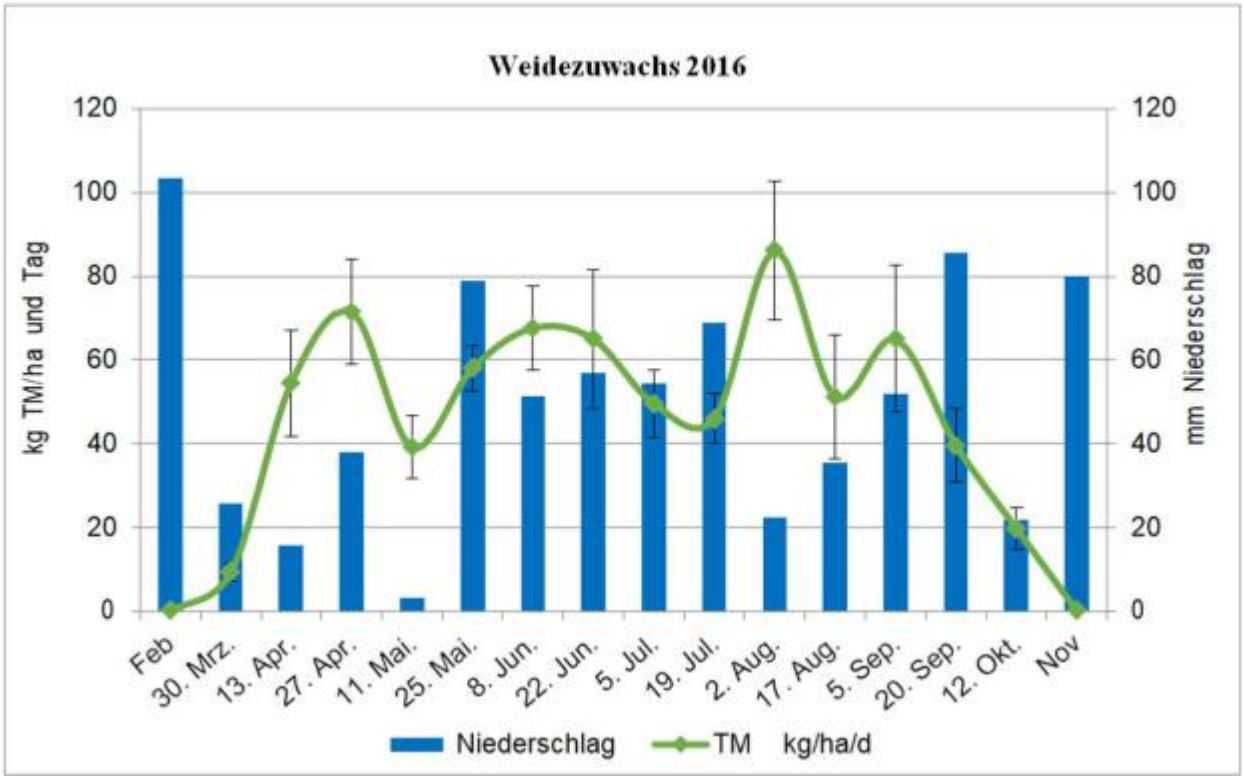

Abbildung 5: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2016 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018)

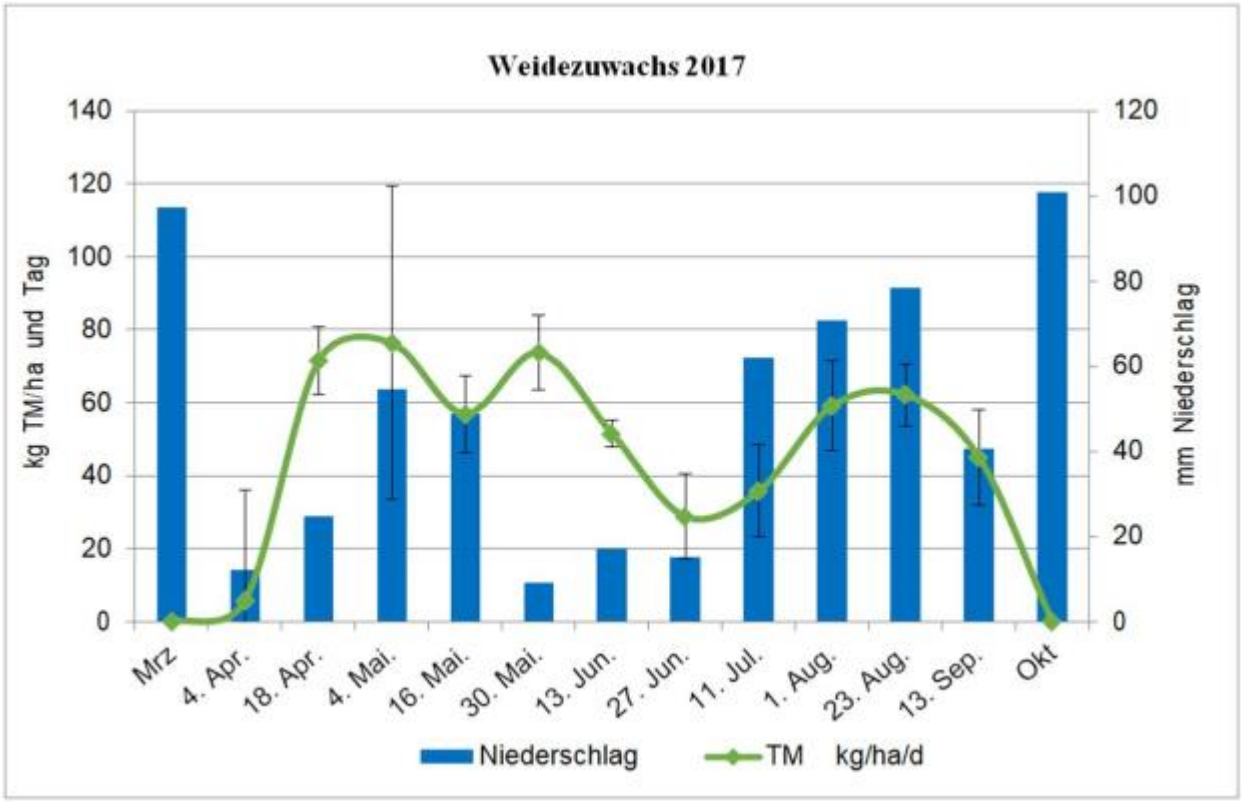

Abbildung 6: Weidezuwachskurve und Niederschlagsmengen im Jahr 2017 am LVFZ Kringell, Quelle: Pfister (2018)

4.2.2 Verlauf der Energie- und Nährstoffkonzentration im Aufwuchs

Die Energiegehalte der Kurzrasenweide lagen in allen drei Versuchsjahren mit 6,7 und 7,0 MJ NEL/kg in der TM im Frühjahr auf einem hohen Niveau (vgl. Abbildung 7). Spätestens ab Ende Mai nahmen die Gehalte über den Sommer deutlich auf 5,8 bzw. 6,1 MJ NEL pro kg TM ab. Ab Ende August konnten wieder steigende Gehalte auf Frühjahrsniveau zwischen 6,3 und 7,0 MJ NEL/kg TM gemessen werden.

Die Futterqualität des Aufwuchses 2015 variierte zwischen 6,9 MJ NEL/kg Ende April und 5,8 MJ NEL/kg während der Trockenperiode. An sechs von neun Terminen konnten jedoch Energiegehalte von mehr als 6,5 MJ NEL/kg TM gemessen werden. Pro Hektar ergaben sich rechnerische „Bruttoenergieerträge“ von 65.600 MJ NEL im Jahr 2015.

Die Energiekonzentrationen des Grasaufwuchs 2016 nahmen mit 6,0 bis 7,0 MJ NEL/kg Werte auf Vorjahresniveau an. Die Bruttoenergieerträge lagen mit 76.200 MJ NEL/kg in der Trockenmasse vor allem aufgrund der höheren Masseerträge darüber.

Im Jahr 2017 zeigten sich vergleichbare Energiegehalte im Aufwuchs. Ende April konnten ähnlich wie in den Vorjahren mit beinahe 7 MJ NEL/kg TM sehr hohe Futterqualitäten gemessen werden. Im weiteren Vegetationsverlauf reduzierten sich die Energiekonzentrationen in der Trockenmasse auf einem guten Niveau von 6,2 MJ NEL/kg. Dadurch konnten rein rechnerisch im verkürzten Versuchsjahr bis zum letzten Termin Mitte September „Bruttoenergieerträge“ von 69.200 MJ NEL/kg erreicht werden.

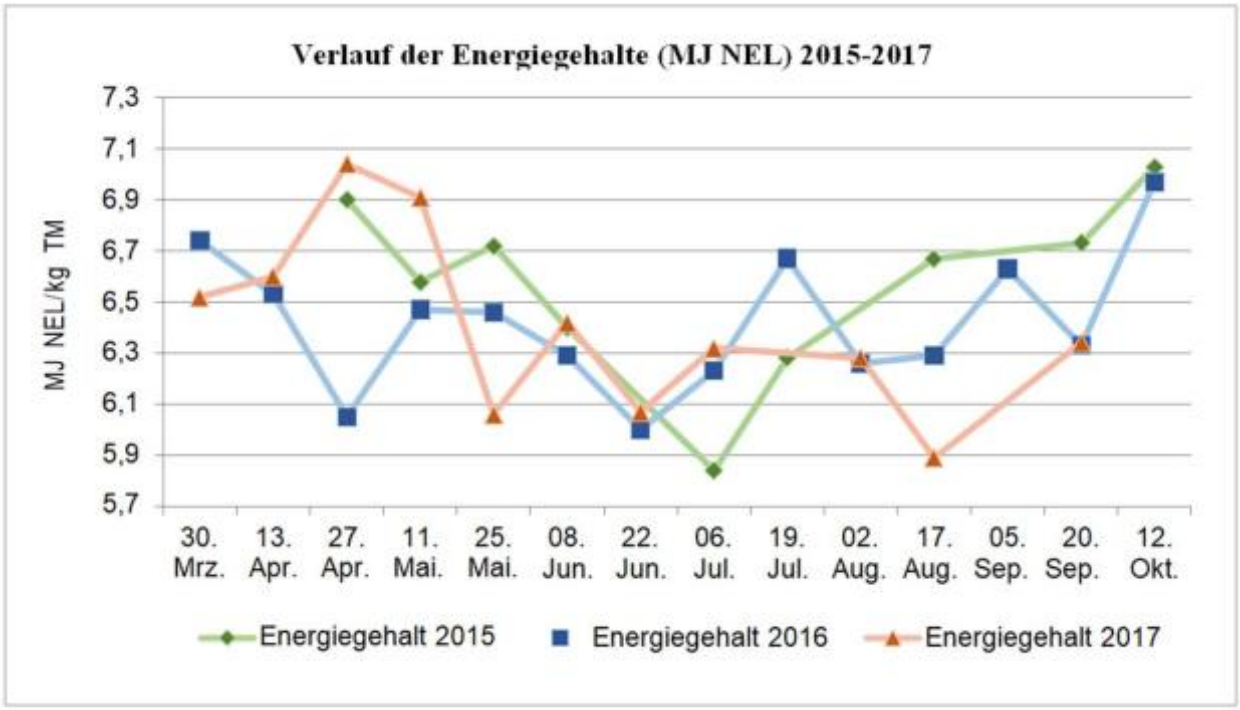

Abbildung 7: Verlauf der Energiegehalte im Aufwuchs der Kurzrasenweide unter Weidekörben im Laufe des dreijährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018)

Die Rohproteingehalte im Aufwuchs der Kurzrasenweide lag in allen drei Versuchsjahren auf sehr hohem Niveau (vgl. Abbildung 8). Es zeigten sich aber dennoch typische saisonale Unterschiede. Das Frühjahr begann mit hohen Konzentrationen in der Trockenmasse des sehr jungen Aufwuchses. In den Jahren 2016 und 2017 konnten hohe Gehalte zwischen 260 und 290 g/kg TM realisiert werden. Das Jahr 2015 stellte eine Besonderheit aufgrund einer verspäteten Beprobung dar. Ende April zeigen sich dann jedoch vergleichbare Anteile in allen drei Versuchsjahren. In allen drei Jahren gleich war auch der Anstieg der Gehalte in Folge des Leguminosenwachstums Mitte bis Ende Mai sowie das folgende Absinken der Konzentrationen Mitte Juni bis Anfang Juli. Dennoch betrugen die Gehalte hier noch immer 200 g/kg TM. Im Mittel der Jahre stiegen das Rohprotein im Aufwuchs danach bis zum Ende der Weidesaison auf im Schnitt 290 g/kg in der Trockenmasse.

Im Aufwuchs des ersten Versuchsjahres konnten mittlere Rohproteingehalte von 242 g/kg TM gemessen werden. Im Folgejahr stieg die Konzentration auf durchschnittlich 259 g/kg TM, um dann im verkürzten Versuchsjahr 2017 auf 231 g/kg TM zu sinken.

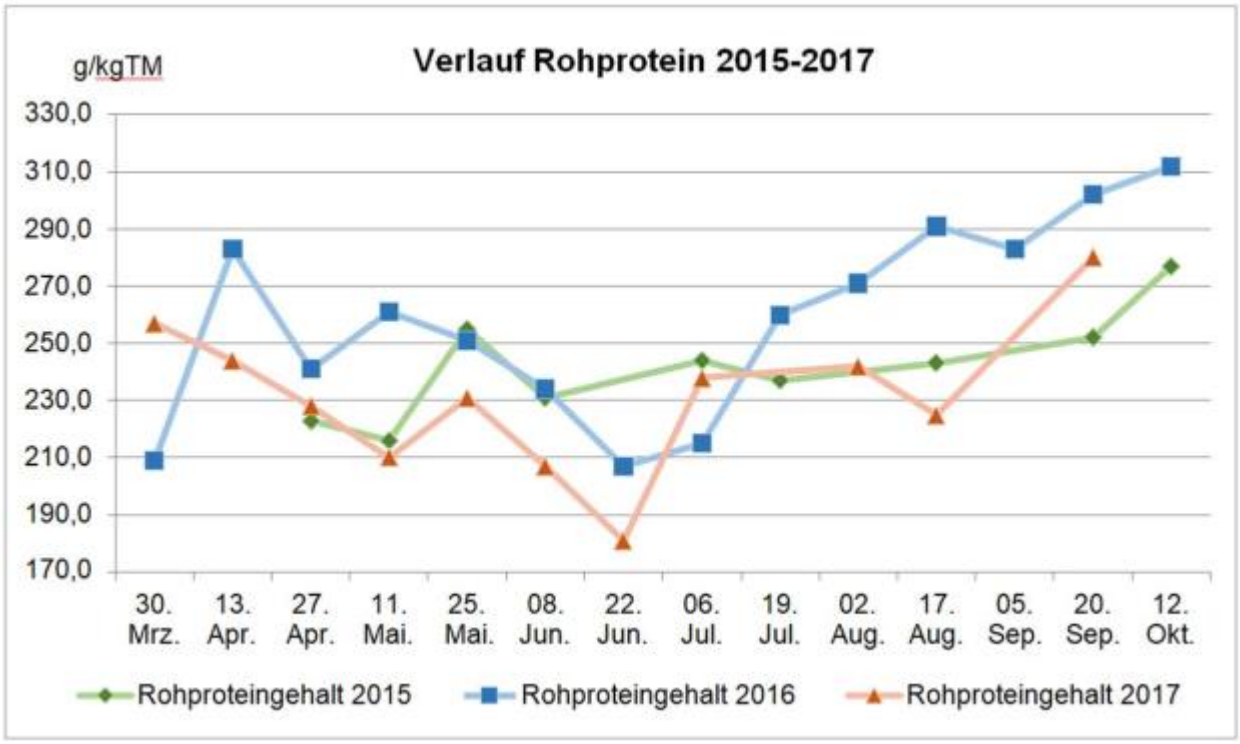

Abbildung 8: Verlauf des Rohproteingehaltes im Aufwuchs der Kurzrasenweide im Laufe des dreijährigen Versuchs, Quelle: Pfister (2018)

In Tabelle 6 ist der Verlauf des dreijährigen Durchschnitts der Gehalte an Mengenelementen im Aufwuchs der Kurzrasenweide dargestellt. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, lagen die Calciumgehalte zum Weidebeginn im Durchschnitt mit 7,6 g/kg TM im mittleren Bereich. Im Vegetationsverlauf war in den drei Versuchsjahren ein Anstieg der Konzentrationen zu verzeichnen, wobei im Mai Spitzengehalte bis zu 10,7 g in der TM gemessen werden konnten. Zum Weideende hin sanken die Gehalte wieder leicht, pendelten sich jedoch über dem Niveau im Frühjahr ein. Die mittleren Calciumgehalte 2015 lagen bei 8,4 g/kg TM. Auch im Jahr 2016 zeigten die Aufwüchse vergleichbare Konzentrationen. Das dritte Versuchsjahr 2017 wies im Vergleich die geringsten Gehalte von 7,9 g/kg in der Trockenmasse auf.

Tabelle 6: Verlauf des dreijährigen Durchschnitts der Gehalte an Mengenelementen im Aufwuchs der Kurzrasenweide am LVFZ Kringell in g/kg TM

	Termin*						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Ca	7,6	7,4	9,2	8,6	8,5	7,8	8,4
P	5,4	5,5	5,5	5,8	6,4	6,2	6,3
Mg	3,0	2,6	2,8	2,5	2,6	2,7	2,9
K	32,4	32,8	30,1	33,3	36,3	37,8	32,1
Na	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6

Quelle: Pfister (2018) * Termin **1** = 30. März., Termin **7** = 12. Oktober

Im Gegensatz dazu zeigten die Phosphorgehalte über den gesamten Versuchszeitraum

vergleichsweise hohe Konzentrationen. Auch hier ließ sich ein sukzessiver Anstieg über die Vegetationsdauer feststellen. Wobei das Jahr 2015 mit sinkenden Gehalten zum Weideende eine Ausnahme darstellte. Die durchschnittlichen Phosphorgehalte im Jahr lagen dann mit 5,6 g/kg in der Trockenmasse auch unter den Ergebnissen der übrigen Jahre. Im Jahr 2016 zeigten sich mit 6,1 g/kg TM die höchsten gemessenen Anteile im Aufwuchs und im Jahr 2017 mit 5,8 g/kg TM mittlere Phosphorgehalte. Auf Grund der hohen Werte wurde das methodische Vorgehen im Labor der LfL geprüft.

Die mittleren Magnesiumkonzentrationen der drei Versuchsjahre zeigten ein annähernd gleichbleibendes Niveau, wobei die Gehalte zu Weidebeginn und Weideende am höchsten lagen. Es machten sich jedoch zum Teil deutlich jährliche Unterschiede in den Verläufen der Magnesiumkonzentration bemerkbar. So konnten 2015 mit 2,5 g/kg TM die niedrigsten Gehalte gemessen werden. Diese steigerten sich im Laufe des Weidejahres, jedoch weiterhin im niedrigen Bereich. In den darauffolgenden Versuchsjahren konnten jährliche Steigerungen von 2,7 g/kg TM im Jahr 2016 auf 2,8 g/kg TM im Jahr 2017 verzeichnet werden.

Kalium zeigte über den gesamten Versuch sehr hohe Gehalte in der Trockenmasse. Im Laufe des Jahres stiegen die Anteile in allen drei Versuchsjahren an, wobei der Effekt im Jahr 2015 am geringsten war. Für das erste Versuchsjahr ergeben sich mittlere Werte von 33,5 g/kg TM. In den folgenden Jahren beliefen sie sich auf 33,5 g/kg TM im Jahr 2016 sowie 33,7 g/kg TM im Jahr 2017.

Ebenfalls lagen die Konzentrationen von Natrium im gesamten Zeitraum des Versuchs auf einem sehr hohen Niveau. Dabei gab es keinen Unterschied zwischen den Versuchsjahren bei mittleren Gehalten von 0,5 g/kg TM. Die Schwankungen um den Mittelwert waren mit ± 0,1 g/kg TM in den Jahren 2015 und 2017 am geringsten, im Jahr 2016 mit ± 0,3 g/kg TM dagegen am höchsten.

4.2.3 Verlauf der Milchmenge und der Milchinhaltsstoffe der Weideherde in der Weideperiode

Im Laufe der drei Versuchsjahre zeigte sich eine jährliche Steigerung der Einzeltierleistung während der Weidezeit (vgl. Abbildung 9). Neben der Anpassung des Betriebes an das Weidesystem profitierten die Kühe vor allem durch die wüchsigen Bedingungen in den Jahren 2016 und 2017. Die saisonale Milchproduktion der Weideherde sorgte für eine stetig rückläufige Milchmenge im Vegetationsverlauf. Der Übergang zur Vollweide im Frühjahr erfolgte bei täglichen Milchmengen zwischen 25 und 28 kg ECM. Danach sanken die täglichen Leistungen, bis die Tiere im September und Oktober bei Tagesmilchmengen unter fünf Litern trockengestellt wurden.

Im ersten Versuchsjahr 2015 konnten mit 28 Kühen eine Weidemilchmenge von 97.271 kg ECM produziert werden. Die durchschnittliche tägliche Milchmenge über die gesamte Weidezeit belief sich auf 15,6 kg ECM. Im Jahr 2016 erreichten die 34 Kühe der Weideherde eine Leistung von 125.234 kg ECM aus Gras. Die durchschnittliche tägliche Milchmenge steigerte sich im Vergleich zum Vorjahr auf 17,6 kg ECM. Im verkürzten Versuchsjahr 2017 lieferten die

31 Weidekühe eine mittlere tägliche Milchleistung von 18,4 kg ECM. Für die gesamte Herde ergab sich so bis zum 30.09.2017 eine Milchleistung aus Weidegras von 106.470 kg ECM.

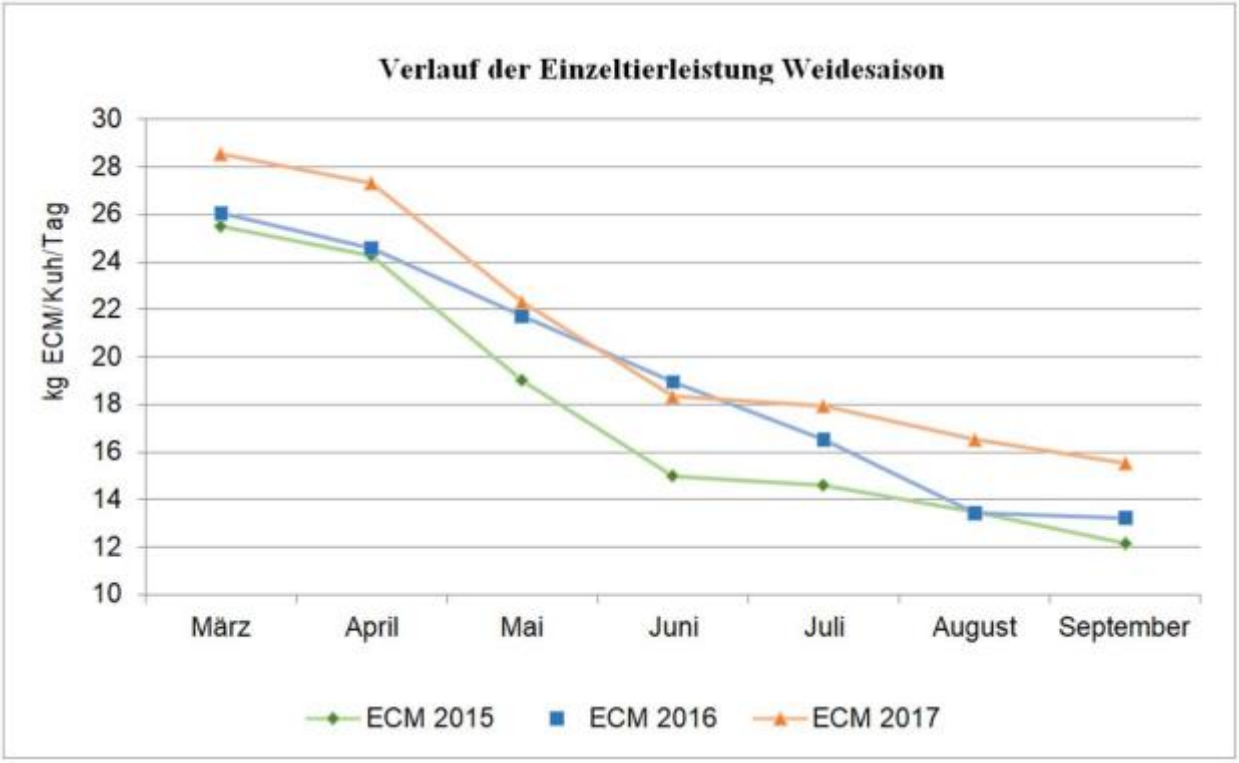

Abbildung 9: Verlauf der durchschnittlichen Einzeltierleistung der Weideherde während der Weideperiode in den drei Versuchsjahren

Der Verlauf der Milchfettgehalte unterschied sich stark zwischen den Jahren (vgl. Abbildung 10). In allen Versuchsjahren gleich waren jedoch die sinkenden Gehalte über die Vegetationsdauer. Spätestens Ende Juli steigerten sich die Gehalte wieder und übersprangen Mitte August die 4,0 % Marke für den Rest der Weidezeit. Im ersten Versuchsjahr wurden auch im Vergleich mit den übrigen Jahren die höchsten mittleren Fettgehalte von 4,29 % erzielt. Die übrigen Jahre lagen mit 3,97 % im Jahr 2016 sowie 3,91 % im Jahr 2017 deutlich darunter.

Die durchschnittlichen Milcheiweißgehalte in Abbildung 11 zeigten über den gesamten Versuchszeitraum vergleichbare Verläufe. So verliefen die Gehalte jeweils bis in den Juli auf einem relativ konstanten Niveau zwischen 3,2 und 3,4 %. Spätestens ab Ende Juli stiegen die Konzentrationen dann stetig auf bis zu 4,1 % zum Weideende an. Das Jahr 2015 lag mit durchschnittlich 3,40 % in Bezug auf die Höhe des Milcheiweißes leicht hinter den beiden übrigen Jahren, die mit 3,45 % 2016 sowie 3,44 % 2017 durch etwas höhere Eiweißmengen geprägt waren.

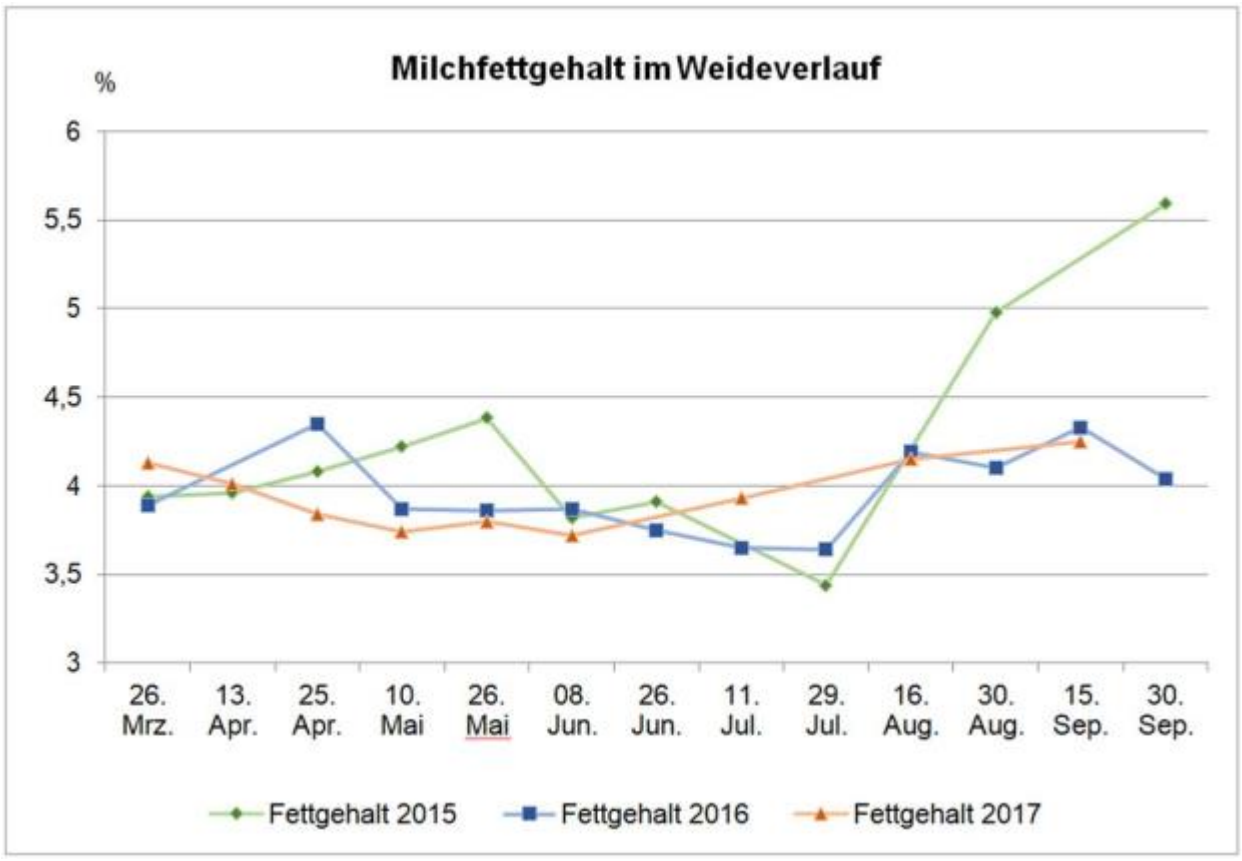

Abbildung 10: Durchschnittliche Milchfettgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018)

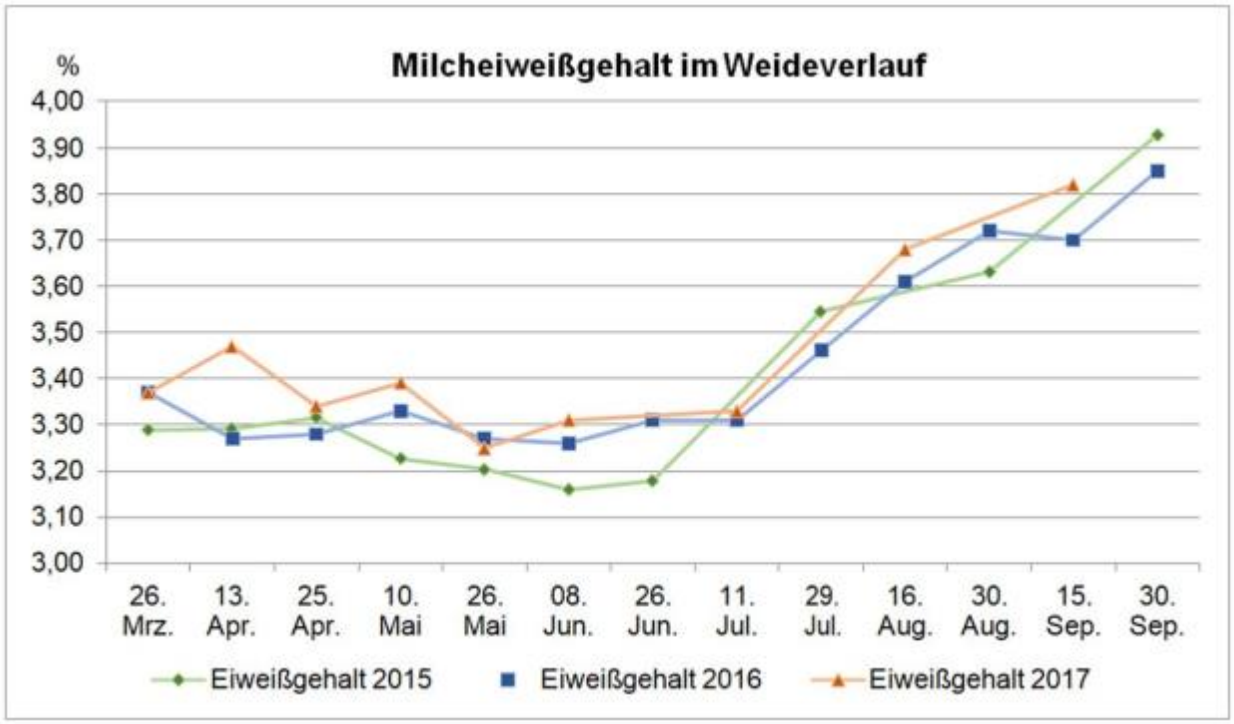

Abbildung 11: Durchschnittliche Milcheiweißgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018)

Die Milchharnstoffgehalte lagen während der Weidehaltung in der Mehrzahl der Monate über den maximal empfohlenen Richtwerten von 30 mg/100 ml. Dabei zeigte sich ein mehr oder weniger starker Anstieg der Harnstoffgehalte auf Höchstmengen von über 50 mg/100 ml Ende August. Im Anschluss sanken die Gehalte bis zum Weideende wieder knapp unter 30 mg/100 ml.

In den Versuchsjahren 2015 (34,8 mg/100 ml) und 2016 (36,1 mg/100 ml) wurden vergleichbare Harnstoffgehalte gemessen. Im verkürzten Versuchsjahr 2017 lagen die Gehalte dagegen mit 29,8 mg/100 ml unter den Vorjahren und damit im Durchschnitt noch innerhalb der empfohlenen Richtwerten.

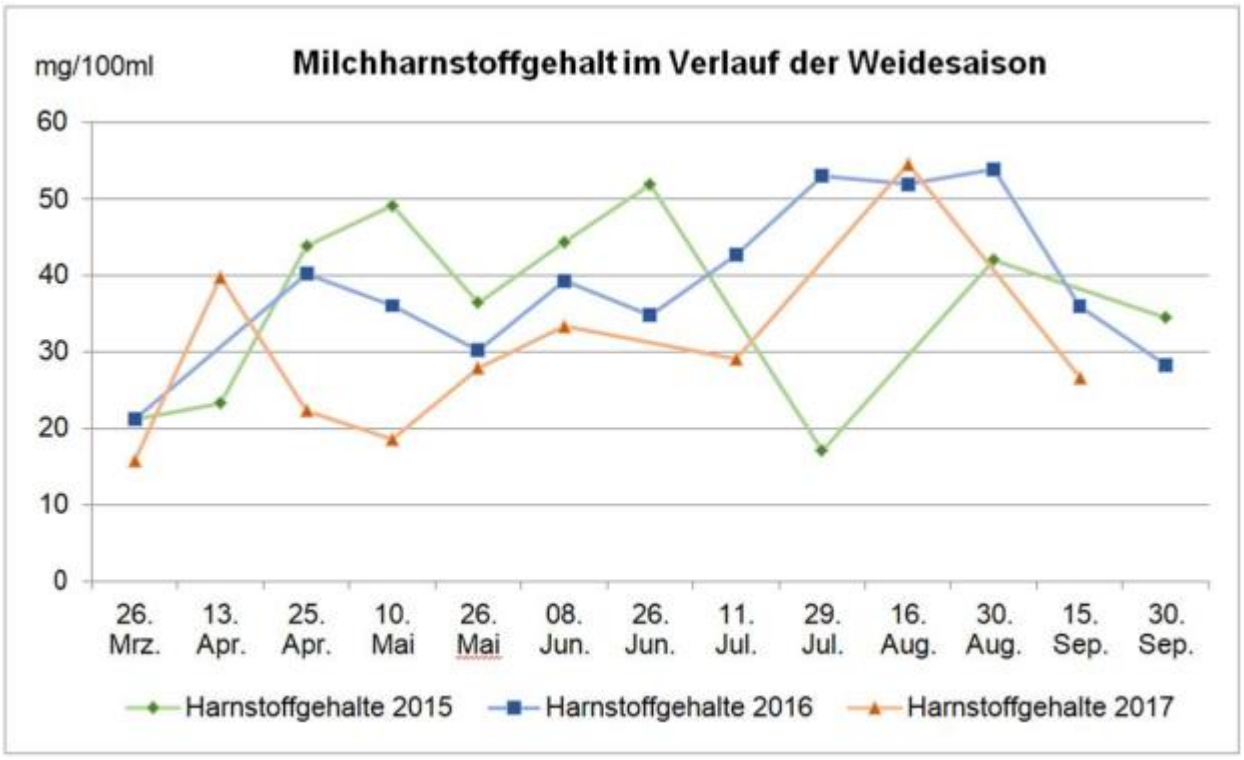

Abbildung 12: Durchschnittliche Milchharnstoffgehalte (Weideherde) in der Weideperiode des dreijährigen Versuchszeitraums, Quelle: Pfister (2018)

4.3 Vergleich der Produktionssysteme

4.3.1 Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Körperkondition der Kühe

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der statistischen Auswertung für Lebendgewicht, Milchleistung, relevante Milchinhaltsstoffe sowie bedeutende Parameter zu Eutergesundheit und Körperkondition für den gesamten Versuchszeitraum dokumentiert. Die Darstellung der Verläufe ausgewählter Leistungsmerkmale (Herdenmittelwerte) erfolgt anschließend zudem grafisch (vgl. Abbildung 13 bis Abbildung 20).

Die Kühe der Stallherde waren signifikant schwerer als die Kühe der Weideherde. Dies dürfte zum einen am geringeren BCS und zum anderen durch eine eventuell geringere Pansenfüllung während der Vollweidehaltung bedingt sein. Aus der Literatur ist weiterhin bekannt, dass leichtere Kühe durch ihren geringeren Erhaltungsbedarf besser mit dem begrenzten Nährstoffangebot aus der Weide zu Recht kommen können. Des Weiteren mussten viele Kühe zwischen dem 1. und dem 2. Projektjahr aufgrund schlechter Fruchtbarkeit remontiert werden (insgesamt 45 % der Herde, und somit 20 % mehr als eigentlich laut Versuchsplan vorgesehen waren). Da die Kalbinnen noch nicht das Gewicht der Altkühe erreichen, trägt dies natürlich auch zu geringeren Herden-Durchschnittswerten bei.

Die Milchleistung je Tier war in der intensiv geführten Stallherde sowohl hinsichtlich der absoluten Menge wie auch der kalkulierten, energiekorrigierten Milchleistung deutlich höher als in der Weideherde. Dies spiegelt sich auch in den erzeugten Mengen an Milchfett und Milcheiweiß je Kuh und Tag wieder, die ebenfalls signifikante Unterschiede aufweisen. Die geringeren Milchinhaltsstoffe konnten v.a. während der Vollweide beobachtet werden. In den Phasen der Stallhaltung im Winter waren beide Gruppen auf vergleichbarem Niveau. Die höhere Leistung der Stallgruppe ging mit einem deutlich höheren Kraftfutterverbrauch einher.

Die Milch der Weideherde wies zudem über den gesamten Versuch höhere Anteile an, auch für die Humanernährung wertvollen, ungesättigten Fettsäuren auf. Der Unterschied war in den Phasen der Vollweidehaltung deutlicher ausgeprägt als dies im Mittelwert über alle Versuchsjahre zum Ausdruck kommt.

Hinsichtlich der Eutergesundheit – gemessen an den Zellzahlen in der Milch - konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Tendenziell zeigten sich jedoch schon mit abnehmender Milchleistung im Sommer/Herbst höhere Zellzahlen in der Weideherde-Gruppe. Hierauf gilt es ein besonderes Augenmerk zu legen.

Die Kondition der Stallherde-Kühe weist sowohl hinsichtlich des Body-Condition-Scores wie auch bei den Rückenfettdicken höhere Werte als die der Weideherde-Tiere auf. Zudem sind die Schwankungen im Jahresverlauf ausgeprägter als bei der Stallherde. Hier gilt es aber zu beachten, dass in der Stallherde keine geblockte Abkalbung praktiziert wurde.

Tabelle 7: Durchschnittliche Lebendmasse, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Körperkondition der beiden Versuchsherden im Projektzeitraum (15.11.2014 bis 30.09.2017), dargestellt als LS-Means ± Standardfehler

Merkmal	Einheit	**Stallherde**	SE	**Weideherde**	SE	p-Wert*
Lebendgewicht	kg LM	650[a]	±65,7	624[b]	±54,5	0,011
Laktationen	n	2,28	±1,62	2,04	±1,18	0,289
Milchleistung[1)]	kg/d	23,7[a]	±4,59	20,1[b]	±2,83	<0,001
ECM[2)]	kg	24,2[a]	±3,92	20,7[b]	±1,18	<0,001
Fettgehalt	%	4,13	±0,61	4,02	±0,36	0,192
	kg/d	0,97[a]	±0,18	0,82[b]	±0,12	<0,001
Eiweißgehalt	%	3,44	±0,27	3,46	±0,26	0,646
	kg/d	0,82[a]	±0,46	0,71[b]	±0,10	<0,001
Laktosegehalt	%	4,83[a]	±0,16	4,75[b]	±2,83	0,001
unges. Fettsäuren[3)]	%	1,25[b]	±0,16	1,33[a]	±53,4	0,001
Harnstoffgehalt	mg/dl	18,9[b]	±3,91	28,6[a]	±1,39	<0,001
Zellzahl	Tsd./ml	200	±51,5	171	±27,1	0,667
FEQ[4)]		1,20	±0,17	1,17	±54,5	0,167
BCS[5)]		3,64[a]	±0,25	3,45[b]	±0,36	<0,001
RFD[6)]	mm	11,6[a]	±2,71	10,6[b]	±1,20	0,019

* signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet

1) durchschnittliche Milchleistung der Kühe in Laktation 2) energiekorrigierte Milchleistung, 3,4 % Eiweiß, 4 % Fett 3) ungesättigte Fettsäuren in der Milch in % 4) Fett-Eiweiß-Quotient 5) Body-Condition-Score 6) Rückenfettdicke

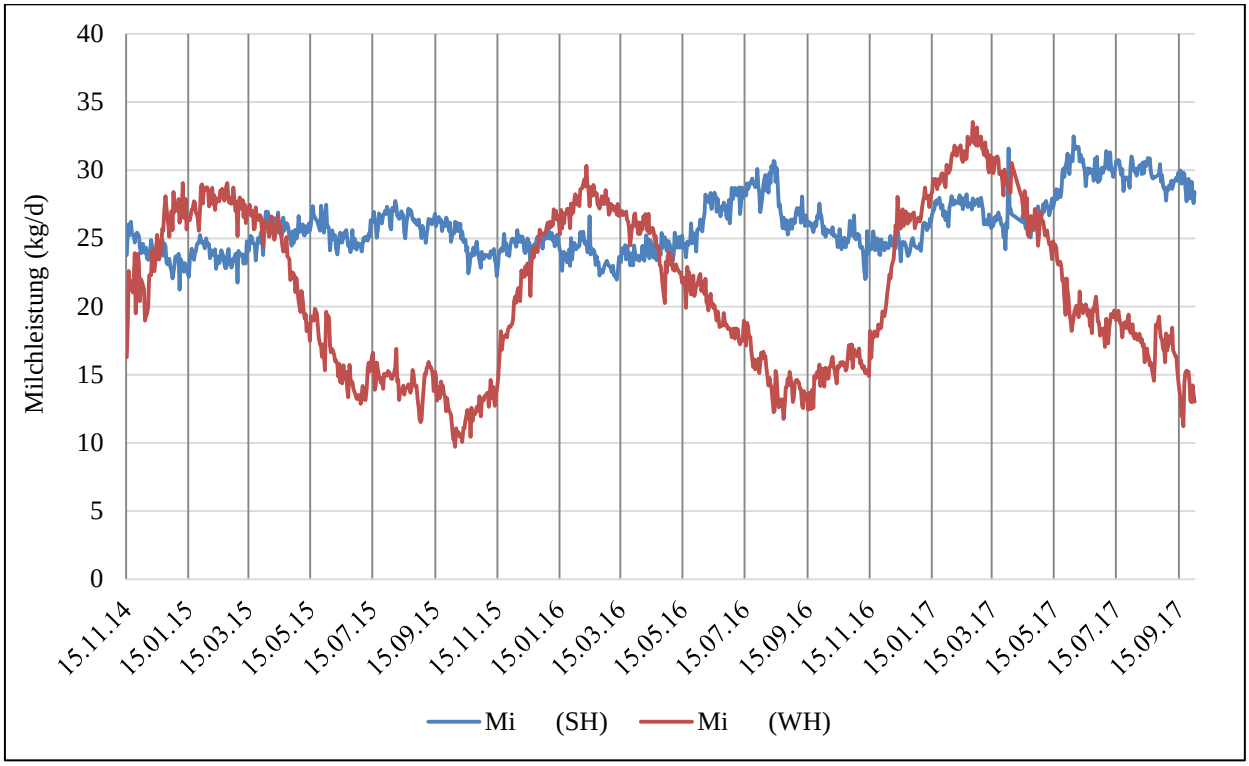

Abbildung 13: Verlauf der durchschnittlichen täglichen Milchleistung der laktierenden Kühe in den beiden Versuchsherden (SH = Stallherde, WH = Weideherde), Quelle: Dietrich (2018)

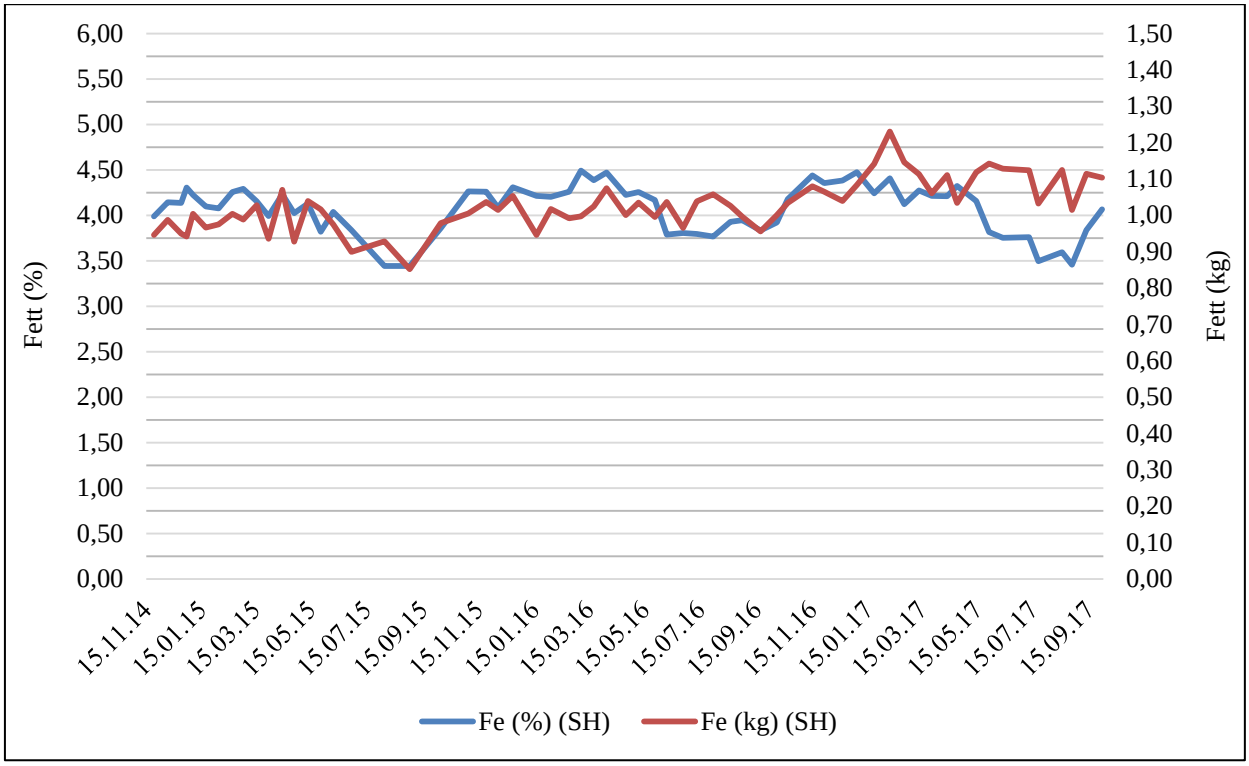

Abbildung 14: Verlauf der durchschnittlichen Fettgehalte (%/kg) und der erzeugten Milchfettmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Stallherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018)

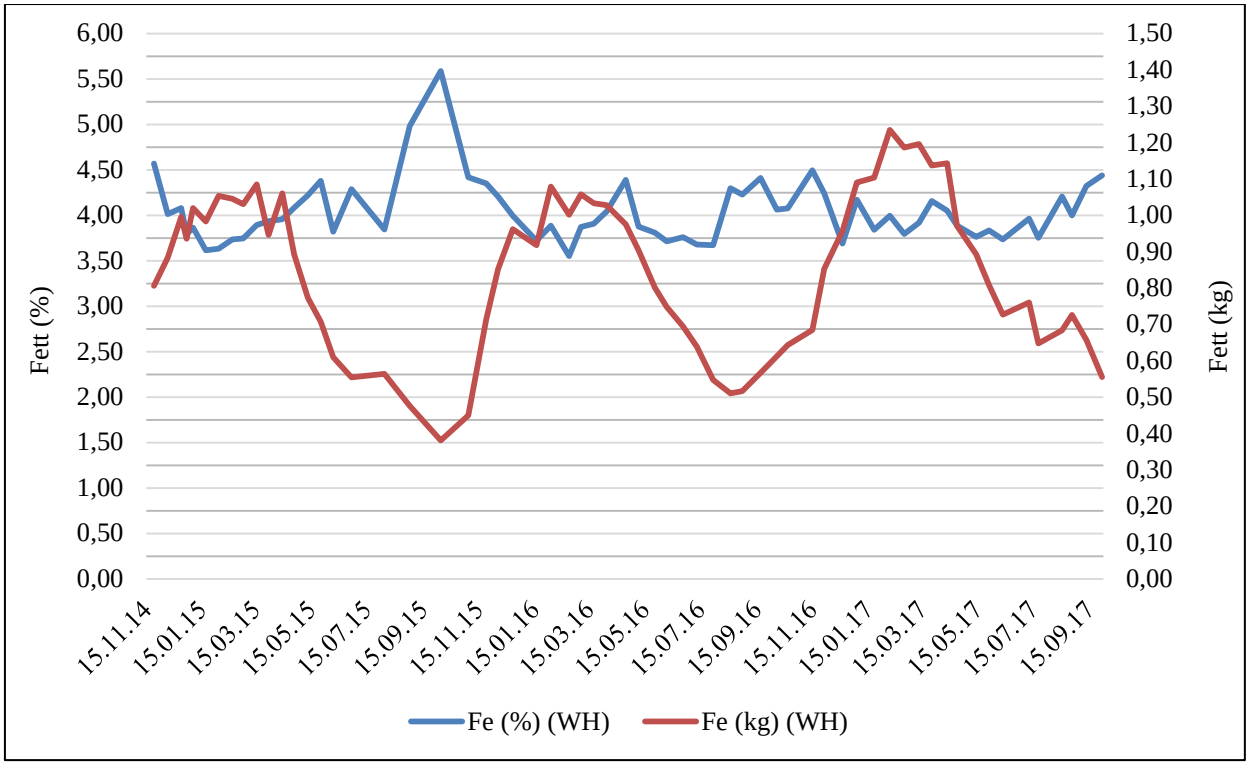

Abbildung 15: Verlauf der durchschnittlichen Fettgehalte (%/kg) und der erzeugten Milchfettmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Weideherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018)

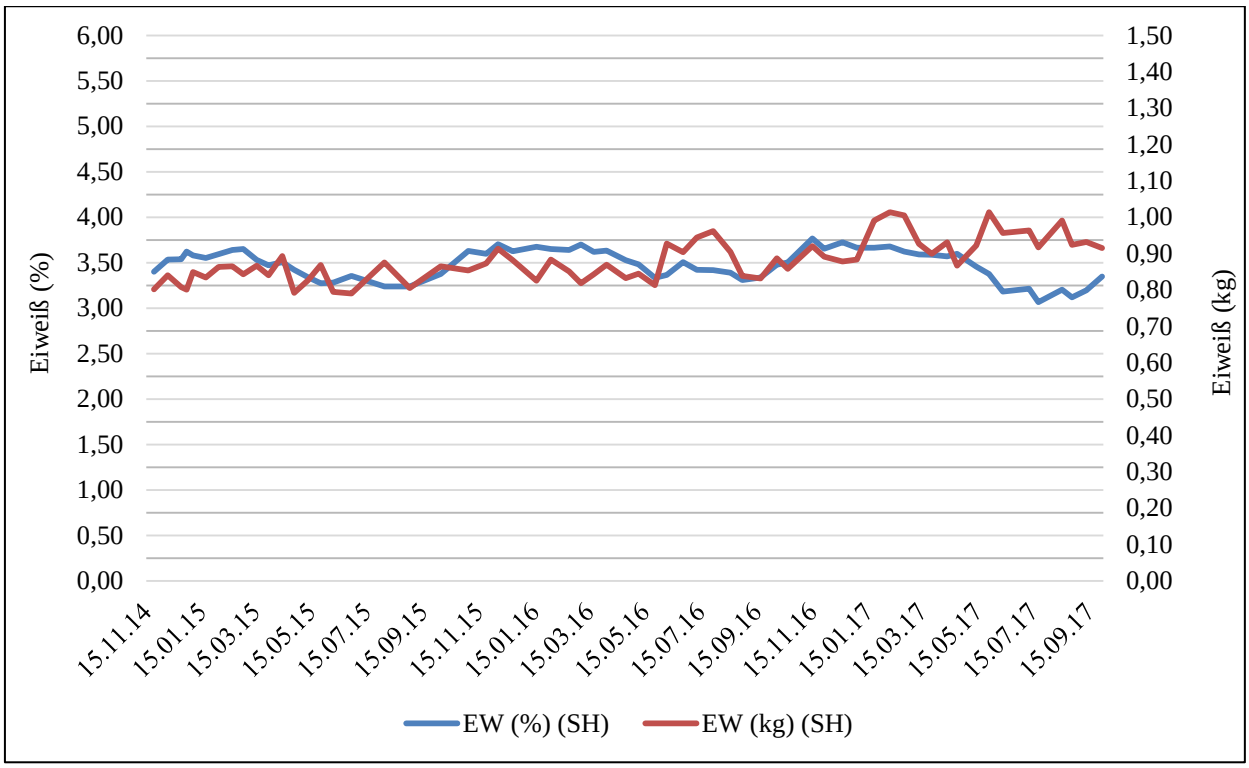

Abbildung 16: Verlauf der durchschnittlichen Eiweißgehalte (%/kg) und der erzeugten Milcheiweißmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Stallherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018)

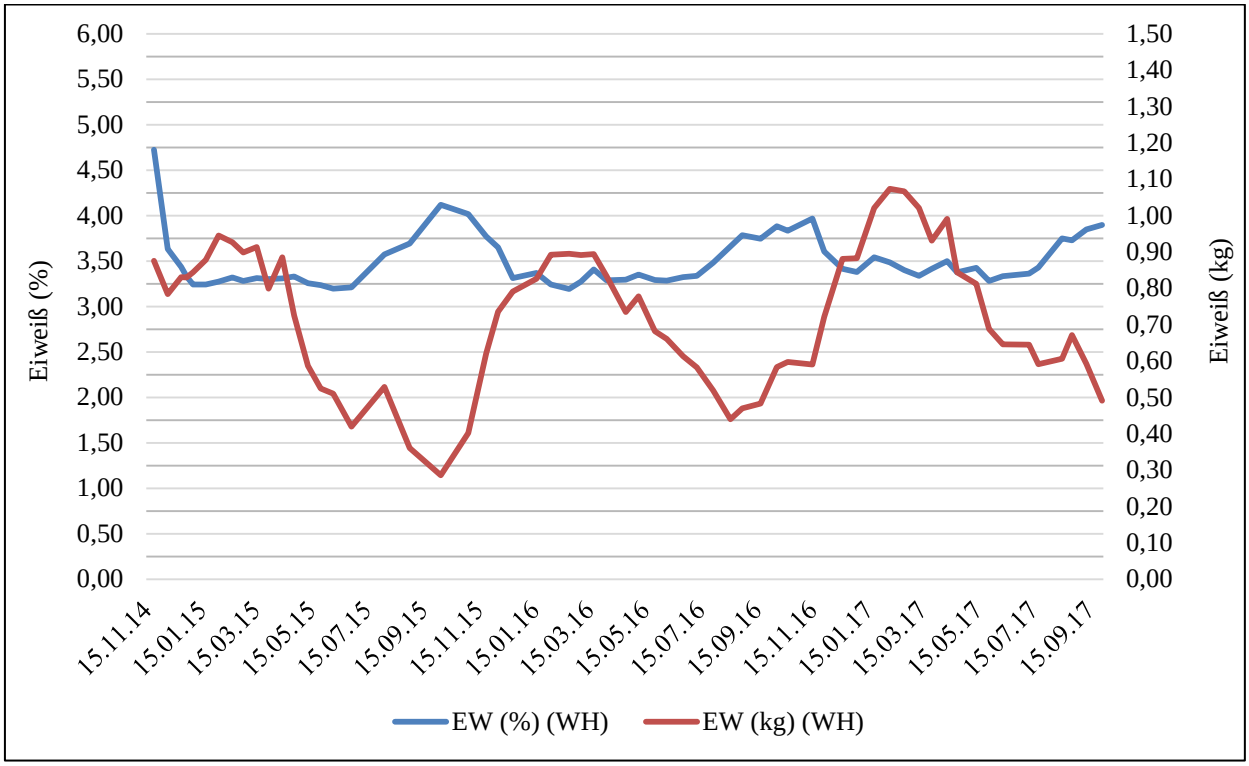

Abbildung 17: Verlauf der durchschnittlichen Eiweißgehalte (%/kg) und der erzeugten Milcheiweißmenge (kg/Tier und d) der Kühe der **Weideherde** zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018)

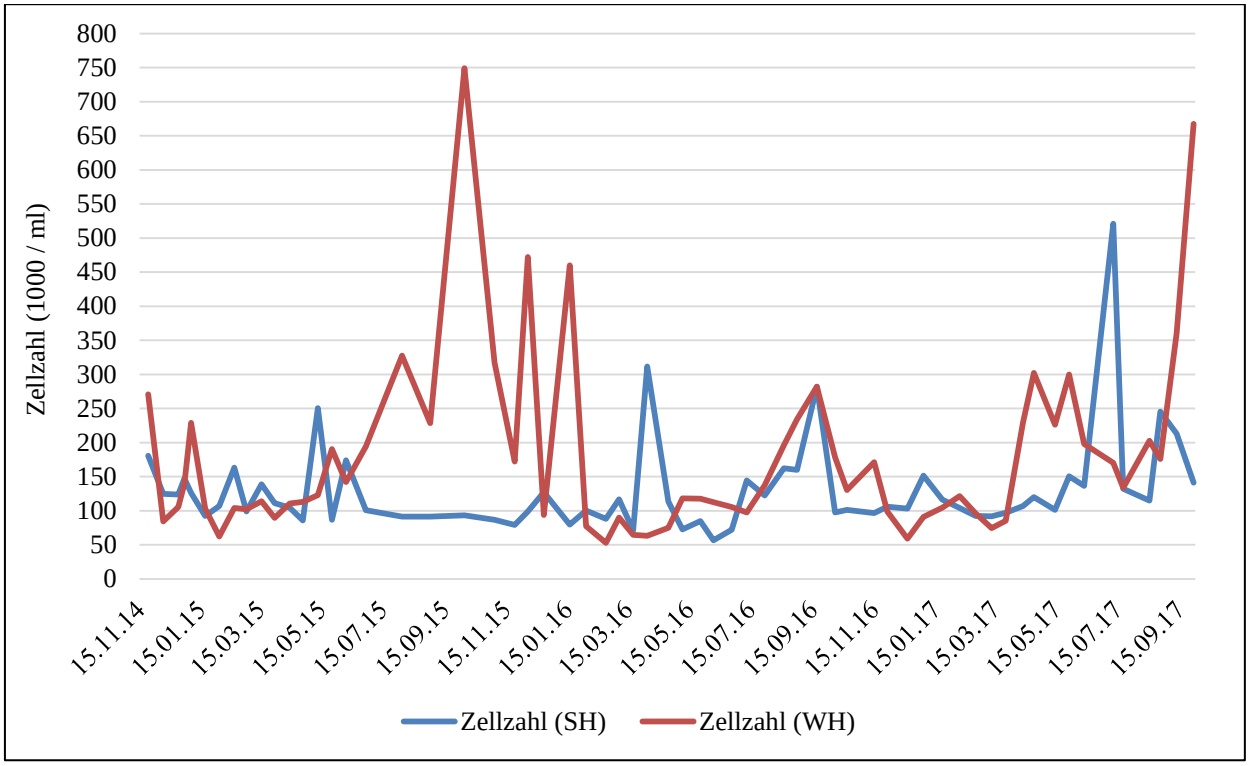

Abbildung 18: Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlen in der Milch der Versuchskühe zu den einzelnen Probemelkterminen, Quelle: Dietrich (2018)

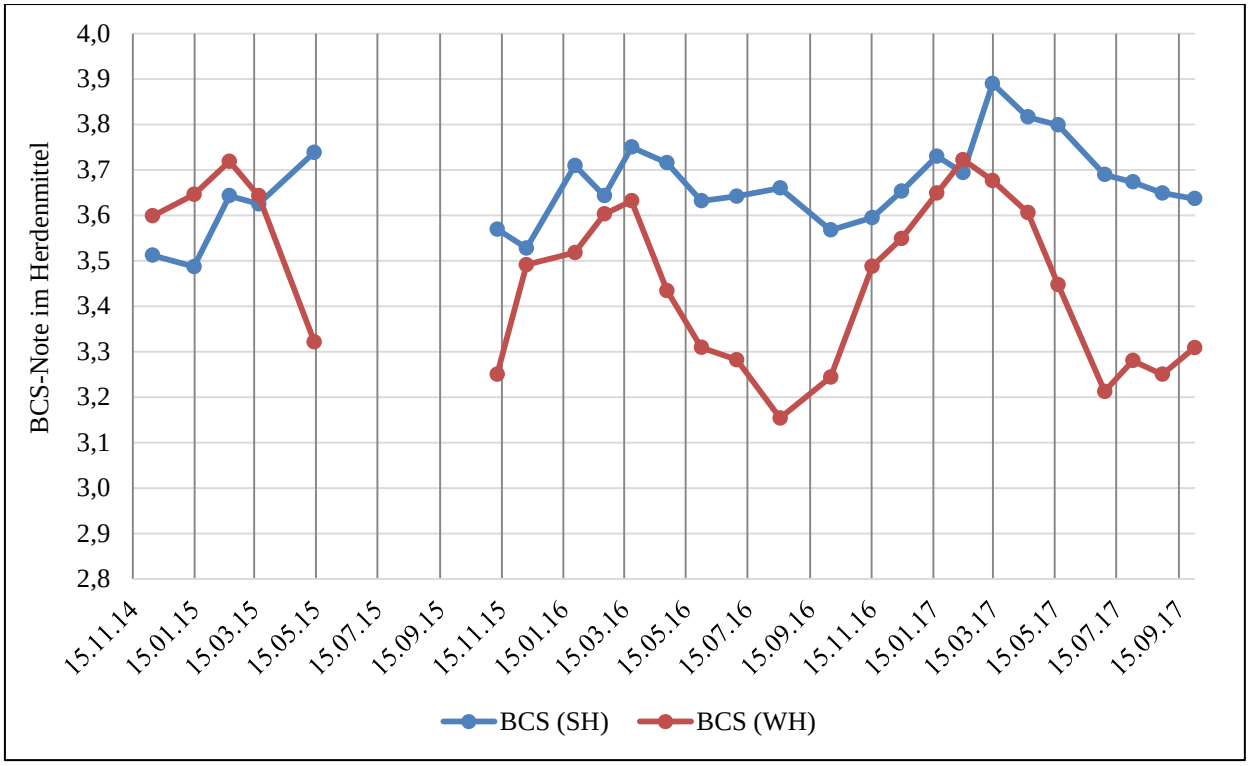

Abbildung 19: Verlauf des Body-Condition-Scores (BCS) der beiden Versuchsherden während der Projektlaufzeit (arithmetische Mittelwerte der gesamten Herde), Quelle: Dietrich (2018); für Sommer 2015 liegen keine Werte vor

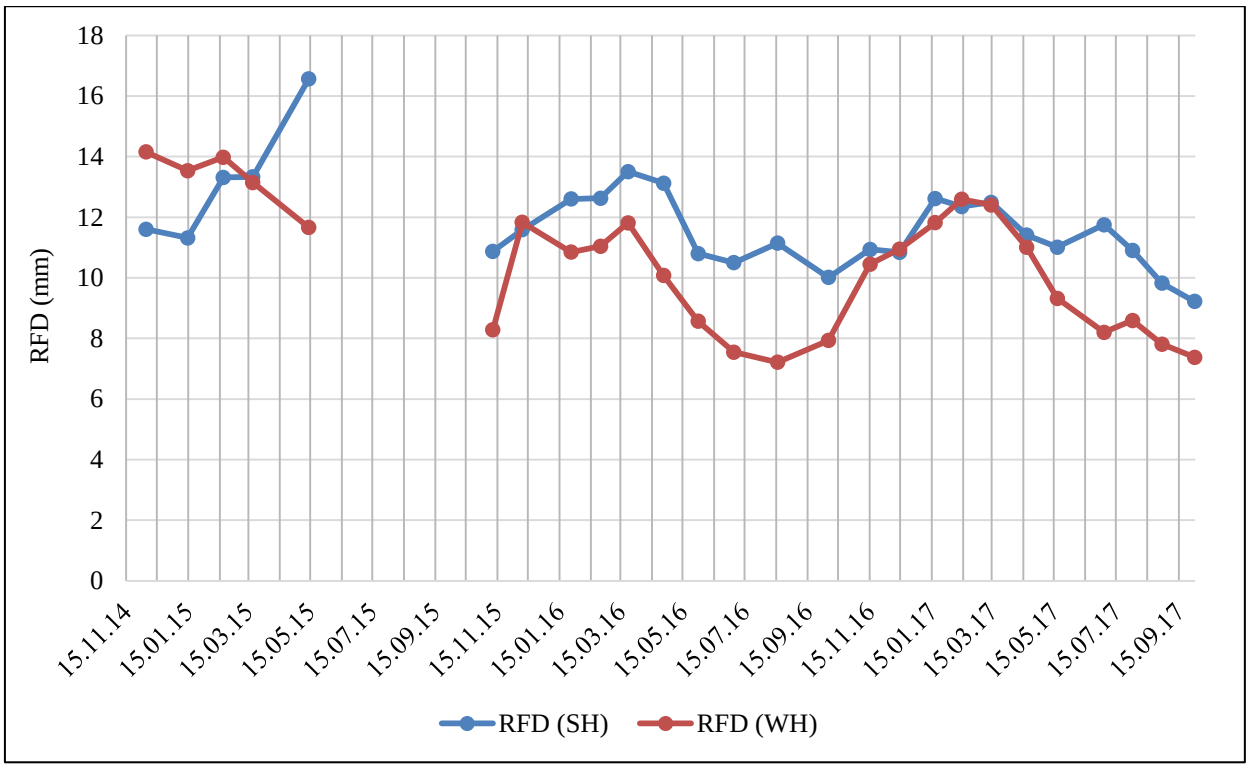

Abbildung 20: Verlauf der Rückenfettdicken (RFD) der beiden Versuchsherden während der Projektlaufzeit (arithmetische Mittelwerte der gesamten Herde), Quelle: Dietrich (2018); für Sommer 2015 liegen keine Werte vor

4.3.2 Bilanzierung der Herdenleistungen und Berechnung des notwendigen Flächenbedarfs

Das erste Versuchsjahr wies im Vergleich der drei Jahre in beiden Haltungssystemen die höchste Grobfutterleistung auf (vgl. Tabelle 8). Als ursächlich zeigte sich vor allem der restriktive Einsatz von Kraftfutter im Jahr 2015. So wurde sowohl bei der Stallherde (19,2 dt./Kuh) als auch bei der Weideherde (4,3 dt./Kuh) die geringste jährliche Kraftfuttermenge des gesamten Versuchs verfüttert. Die angestrebten Milchleistungen je Tier und Jahr wurden mit 9.000 kg ECM bei Stallfütterung deutlich übertroffen. Die Weideherde erreichte das festgesetzte Ziel von 7.200 kg ECM nicht, lieferte jedoch mit 6.961 kg ECM/Kuh und Jahr eine ansprechende Leistung. Die hohe Remontierungsrate von mehr als 30 % reduzierte die Anzahl der Milchkühe der Weideherde auf lediglich 28 Tiere im Mittel des ersten Versuchsjahres. Die produzierte Milchmenge der Weideherde teilte sich beinahe zu gleichen Anteilen auf die Weideperiode und die Stallfütterung in den Wintermonaten auf. Die Stallherde produzierte hingegen rechnerisch lediglich 2.270 kg ECM aus dem Weidefutter.

Das zweite Versuchsjahr zeigte eine Steigerung der Milchleistung je Tier in beiden Versuchsherden. Die Stallherde steigerte die Einzeltierleistung und hielt aufgrund sinkender Herdengröße die produzierte Milchmenge auf nahezu gleichem Niveau. Trotz des Anstiegs der durchschnittlich gehaltenen Weidekühe sowie einer höheren Anzahl erstlaktierender Kühe stieg sowohl die Gesamt- als auch die Einzeltierleistung der Weideherde. Daneben erhöhte sich jedoch auch die Menge an Milchleistungsfutter.
Grobfutterverdrängung und "Luxuskonsum“ führten zu einem signifikanten Absinken der

Grobfutterleistung in der Stallherde unter dem angestrebten Wert von 4.160 kg Milch je Kuh und Jahr. Aufgrund der hohen Aufnahme an Energie aus dem Futter im Stall ergab sich rein rechnerisch in der Differenzrechnung keine Weideleistung. Den Anspruch an die Weideherde, die Hälfte der Milch während der Weideperiode zu produzieren, konnte auch im Jahr 2016 erreicht werden bzw. sogar übertroffen werden.

Die Daten des verkürzten Versuchsjahres 2017 deuten für die Weideherde-Kühe auf eine Steigerung der Einzeltierleistung bis zum Stichtag 30.09.2017 hin. Der Kraftfuttereinsatz bewegte sich auf einem vergleichbaren Niveau zum Vorjahr, wohingegen die Grobfutterleistung noch einmal gesteigert werden konnte. Für die Stallherde bedeutete das verkürzte Versuchsjahr, geringere Einzeltierleistungen. Der Einsatz von Kraftfutter sank jedoch ebenfalls im Vergleich zum Vorjahr verbunden mit höheren Grobfutterleistungen. Dennoch konnte auch im letzten Versuchsjahr keine Weideleistung für die Stallherde ermittelt werden, da der Bedarf an NEL laut Mischprotokoll bereits vor Austrieb gedeckt war.

Tabelle 8: Milchleistungsparameter der beiden Versuchsherden in den drei Versuchsjahren sowie die kalkulierte Flächenleistung der Weidesysteme

Gruppe		**Stallherde**	**Weideherde**	**Stallherde**	**Weideherde**	**Stallherde**	**Weideherde**
Weidesystem		Stundenweide	Vollweide	Stundenweide	Vollweide	Stundenweide	Vollweide
Zeitraum		15.11.14 bis 14.11.15		15.11.15 bis 14.11.16		15.11.16 bis 30.09.17*	
Kuhzahl[1)]	Stück/Jahr	34	28	32	34	33	31
prod. Milchmenge	kg ECM/Herde	306.348	194.912	305.101	244.405	277.016	226.378
Milchleistung	kg ECM/Kuh/Jahr	9.010	6.961	9.534	7.188	8.394	7.303
Kraftfutter/Kuh/Jahr	dt./Kuh	19,2	4,3	26,2	8,7	22,5	8,1
Milchleistung aus Kraftfutter	kg ECM	3.917	880	5.353	1.782	4.599	1.653
Milchleistung aus Saftfutter	kg ECM	956	118	606	200	338	293
Grobfutterleistung	kg ECM	4.137	5.964	3.575	5.206	3.458	5.356
Stallleistung	kg ECM	304.078	97.641	305.101	119.171	277.016	119.909
Weideleistung	kg ECM	2.270	97.271	-[2)]	125.234	-[2)]	106.470
Durchschnittliche Weidefläche	ha	2,0	12,4	2,0	13,3	2,0	10,1
Kalkulierte Flächenleistung aus der Weide	kg ECM/ha	1.135	7.844	-[2)]	9.416	-[2)]	10.541

* verkürztes Versuchsjahr [1)] durchschnittliche Anzahl laktierender Kühe [2)] rechnerische Leistung – Beifütterung im Stall deckte Bedarf an NEL bereits ab

Die Flächenleistung der beiden Produktionssysteme war im ersten Versuchsjahr nahezu identisch (vgl. Tabelle 9). Trotz des restriktiven Einsatzes von Kraftfutter und der hohen Grobfutterleistung stieg der Bedarf für die Anbaufläche vor allem aufgrund sehr differenter Ernteerträge einzelner Ackerfrüchte im Vergleich zur Weidefütterung stark an. Aufgrund der deutlich geringeren Milchleistung der Weideherde fiel der Unterschied in der Flächenproduktivität jedoch weniger stark aus.

Im Jahr 2016 wies die Weideherde eine um 1.400 kg ECM pro ha höhere Flächenproduktivität im Vergleich zur Stallherde auf. Beide Herden steigerten jedoch den Bedarf an Futterfläche unter anderem im Zuge der höheren Mengen an Kraftfutter. Für die SH-Kühe resultierte dies in einer sinkenden Flächenleistung im Bezug aufs Vorjahr. Die WH-Kühe konnten den höheren Einsatz hingegen durch die gesteigerte Milchleistung abfedern.

Im Vergleich zum Versuchsjahr 2016 war die die Anzahl der gehaltenen Tiere in der Weideherde rückläufig. Die Auswirkungen wurden insbesondere beim Bedarf der Weidefläche sichtbar. Die Flächenproduktivität konnte gesamtbetrieblich weiter gesteigert werden, wobei sich der Abstand zwischen den beiden Systemen anglich. Für die Stallherde resultierte das verkürzte Versuchsjahr aufgrund der fehlenden Monate der Stallfütterung ebenfalls in einer verbesserten Flächenleistung.

Im Mittel der Versuchszeit liegt die Milcherzeugung je ha Gesamtfutterfläche bei 8.048 kg ECM je Jahr bei der Stallherde und bei 8.924 kg ECM je ha und Jahr bei dem Vollweideverfahren. Das Ergebnis steht in guter Übereinstimmung mit dem von Steinwidder et al. (2018) ermittelten Ergebnissen zum Vergleich Vollweide zu Silagenutzung mit 8.637 kg ECM je ha Gesamtfutterfläche und Jahr bei Vollweide und 7.598 kg ECM bei dem Silageverfahren mit Kraftfutterergänzung.

Tabelle 9: Produzierte Milchmenge, kalkulatorischer Flächenbedarf und Flächenleistung der beiden Produktionssysteme in den einzelnen Versuchsjahren

Gruppe		**Stallherde**	**Weideherde**	**Stallherde**	**Weideherde**	**Stallherde**	**Weideherde**	**Stallherde**	**Weideherde**
Weidesystem		Stundenweide	Vollweide	Stundenweide	Vollweide	Stundenweide	Vollweide	Stundenweide	Vollweide
Zeitraum		15.11.14 bis 14.11.15		15.11.15 bis 14.11.16		15.11.16 bis 30.09.17*		Mittelwerte Versuchszeitraum	
Kuhzahl[1)]	Stück	34	28	32	34	33	31	**33**	**31**
produzierte Milchmenge	kg ECM	306.348	194.912	305.101	244.405	277.016	226.378	**296.155**	**221.898**
Weidefläche	ha	2,0	12,4	2,0	13,3	2,0	10,1	2,0	11,9
Grünland für Graskonserven	ha	12,4	7,5	14,9	8,2	13,4	6,3	13,6	7,3
Ackerfläche für Silomais	ha	5,2	0,6	2,8	1,3	3,9	2,2	4,0	1,4
Ackerfläche für Saftfutter	ha	3,4	0,3	1,2	1,4	1,2	0,6	1,9	0,8
Ackerfläche[2)] für Kraftfutter	ha	14,1	2,4	21,3	4,1	10,6	3,9	15,3	3,5
Gesamtflächenbedarf	ha	37,1	23,2	42,2	28,3	31,1	23,1	**36,8**	**24,9**
Flächenleistung (Milch)	kg ECM/ha	8.257	8.401	7.237	8.637	8.904	9.800	**8.048**	**8.924**

* verkürztes Versuchsjahr [1)] durchschnittliche Anzahl laktierender Kühe [2)] errechnet auf Basis der mittleren Ernteerträge in Kringell

4.3.3 Vergleich der Kennzahlen zur Fruchtbarkeit und Tiergesundheit

Tabelle 10 verschafft einen Überblick über die durchschnittlichen Kuhzahlen in den Herden, das durchschnittliche Erstkalbealter sowie über bedeutende Kennzahlen zur Fruchtbarkeit in den beiden Milchviehherden. Das beabsichtigte Erstkalbealter von 24 Monaten konnte sowohl in der Stall- wie auch in der Weideherde nur bei Einzeltieren eingehalten werden. Im Schnitt lagen die erstlaktierenden Kalbinnen bei 27,1 bis 28,1 Monaten. Die hohen Werte für die Weideherde hatten dabei v.a. zwei Ursachen, die zum einen in der notwendigen Verwendung aller aufgezogenen Kalbinnen zur Remontierung zu Beginn des 2. Versuchsjahr sowie einer spontan auftretenden Sterilität des Deckstieres – ebenfalls im 2. Versuchsjahr – begründet liegen. Dadurch wurden die für die Remontierung zu Beginn des 3. Versuchsjahres vorgesehenen Kalbinnen nicht termingerecht gedeckt. Die Zwischenkalbezeit konnte in der Weideherde von Jahr zu Jahr verbessert werden, verfehlte aber auch im 3. Versuchsjahr die Zielmarke von 365 Tagen noch knapp.

Tabelle 8: Durchschnittliche Herdengrößen, Erstkalbealter und Fruchtbarkeitskennzahlen der beiden Herden in den einzelnen Versuchsjahren sowie über die gesamte Projektlaufzeit

Kennzahl	**Einheit**	**Gruppe**	**2014/15[1)]**	**2015/16[2)]**	**2016/17[3)]**	**2014-17[4)]**
Tierzahl	Stück	Stallherde	38,3	36,0	38,6	37,7
		Weideherde	32,1	38,1	34,3	34,7
Erstkalbealter[5)]	Monate	Stallherde	26,6	27,2	27,6	27,1[b]
		Weideherde	28,9	27,8	27,5	28,1[a]
		p-Wert	***0,060***	***0,360***	***0,173***	***0,014***
Rastzeit	Tage	Stallherde	70,4	64,6	63,3	66,1
		Weideherde	70,7	69,6	71,2	70,5
		p-Wert	***0,948***	***0,246***	***0,094***	***0,084***
Erstbesamungserfolg	%	Stallherde	56,8	55,9	52,9	55,1
		Weideherde	46,9	38,2	43,1	42,8
		p-Wert	***0,401***	***0,221***	***0,544***	***0,536***
Besamungsindex	-	Stallherde	1,8	1,9	2,0	1,9
		Weideherde	1,8	1,9	1,8	1,8
		p-Wert	***0,788***	***0,926***	***0,693***	***0,690***
Güstzeit	Tage	Stallherde	114,1[a]	104,8	95,1	104,7
		Weideherde	96,9[b]	96,7	93,9	95,9
		p-Wert	***0,040***	***0,331***	***0,878***	***0,068***
Tragedauer	Tage	Stallherde	286,3	285,8	287,2	286,4
		Weideherde	288,0	286,1	286,0	286,7
		p-Wert	***0,233***	***0,822***	***0,388***	***0,816***
Zwischenkalbezeit	Tage	Stallherde	386,9	386,9	387,1[a]	386,9
		Weideherde	389,8	379,7	369,8[b]	379,7
		p-Wert	***0,761***	***0,451***	***0,045***	***0,195***

[*] signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet

[1)] 15.11.14 bis 14.11.15 [2)] 15.11.15 bis 14.11.16 [3)] 15.11.16 bis 30.09.17 [4)] 15.11.14 bis 30.09.17 [5)] Erstkalbealter der Kalbinnen, die in die jeweilige Herde eingegliedert wurden

Bei den Kennzahlen „Remontierungsrate“ wie auch den „Non-Return-Raten“ konnte aufgrund der Rohdatenlage nur eine statistische Auswertung über den gesamten Versuchszeitraum erfolgen. Hier zeigten sich keine nachweisbar signifikanten Effekte, wobei die Remontierungsrate im 2. Versuchsjahr in der Weideherde deutlich zu hoch lag. Der Wert wird aber durch die Abgrenzung der Versuchsjahre verfälscht dargestellt. Da die Tiere der Weideherde überwiegend im Zeitraum zwischen Mitte Oktober und Mitte Januar ausgetauscht wurden, kam es hier zu Überschneidungen. Dabei wurden Tiere, die im Oktober und der 1. Novemberhälfte 2016 ausgetauscht wurden, ebenfalls noch dem 2. Versuchsjahr zugeordnet. Die Remontierungsrate aus 2015/16 ist somit nicht „zeitraumecht“ und resultiert in einem um etwa 20 % zu hohen Wert. Die Remontierungsrate des 3. Versuchsjahres wird dementsprechend unterschätzt. Der Vergleich der Remontierungsraten über den gesamten Versuchszeitraum 2014-17 liefert hier plausiblere Daten. Allerdings ist die hier angegebene Rate von 30,7 % immer noch deutlich oberhalb der Zielvorgabe von max. 25 %.

Tabelle 9: Remontierungsraten und Non-Return-Raten im Versuchszeitraum

Kennzahl	**Einheit**	**Gruppe**	**2014/15**	**2015/16**	**2016/17**	**2014-17**
Remontierungsrate	[%]	Stallherde	18,7	14,9	24,2	19,3
		Weideherde	25,5	66,7	12,5	30,7
		p-Wert*				***0,441***
Non-Return-Rate 28d	[%]	Stallherde	83,0	67,4	77,4	75,9
		Weideherde	80,0	80,0	50,0	70,0
		p-Wert				***0,629***
Non-Return-Rate 56d	[%]	Stallherde	63,8	52,2	64,5	60,2
		Weideherde	72,0	51,4	45,8	56,4
		p-Wert				***0,701***
Non-Return-Rate 90d	[%]	Stallherde	48,9	50,0	54,8	51,2
		Weideherde	64,0	48,6	41,7	51,4
		p-Wert				***0,979***

* signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet
[1)] 15.11.14 bis 14.11.15 [2)] 15.11.15 bis 14.11.16 [3)] 15.11.16 bis 30.09.17 [4)] 15.11.14 bis 30.09.17

Die insgesamt mäßige Fruchtbarkeitssituation in der Weideherde kann v.a. in Verbindung gebracht werden mit den Diagnosen „Zysten“, „Zyklusstörungen“ und „Aborte“ (vgl. Tabelle 12). Hier zeigen sich auch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Herden, sowohl im Anteil der Diagnosen wie auch bei den absoluten Tierzahlen. Nachgeburtsverhalten und Gebärmutterentzündungen (Endometritis) traten demgegenüber signifikant häufiger in der Stallherde auf. Die schlechten Fruchtbarkeitsergebnisse in der Weideherde decken sich dabei häufig nicht mit den Erfahrungen aus der Praxis. Hier besteht sicherlich noch weiterer Forschungsbedarf, worin diese Differenzen begründet sein könnten.

Tabelle 10: Diagnostizierte Fruchtbarkeitsstörungen und Erkrankungen um den Geburtszeitraum auf Basis der Erhebungen im Rahmen des Programms "ProGesund“

Kennzahl	**Gruppe**	**2014-17[1)] %[2)]**	**2014-17 Tiere[3)]**
Zysten	Stallherde	16,7[b]	52[b]
	Weideherde	21,9[a]	77[a]
	p-Wert*	***0,013***	***0,049***
Zyklusstörungen	Stallherde	16,7[b]	43[b]
	Weideherde	26,2[a]	96[a]
	p-Wert	***<0,001***	***0,006***
Geburtsgeschehen/	Stallherde	7,8[a]	15
Nachgeburtsverhalten	Weideherde	4,7[b]	13
	p-Wert	***0,038***	***0,567***
Festliegen	Stallherde	0,5	2
	Weideherde	0,6	3
	p-Wert	***0,623***	***0,667***
Endometritis	Stallherde	4,8[a]	9
	Weideherde	0,6[b]	3
	p-Wert	***0,024***	***0,183***
Lochiometra	Stallherde	0,3	1
	Weideherde	0,0	0
	p-Wert	***0,423***	***0,423***
Abort	Stallherde	0,5[b]	2
	Weideherde	2,3[a]	6
	p-Wert	***0,006***	***0,057***

[*] signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet

[1)] 15.11.14 bis 30.09.17 [2)] Anzahl der jeweiligen Diagnose an der Gesamtzahl der gestellten Diagnosen innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe [3)] Anzahl der Tiere, für die die jeweilige Diagnose gestellt wurde (Mehrfachzählungen des gleichen Tieres möglich)

Klauenhorn- und Gelenkserkrankungen traten ebenfalls in der Weideherde häufiger auf als in der Stallherde (siehe Tabelle 13). Auch hier ergeben sich durchaus widersprüchliche Ergebnisse zur Literatur und zu den Erfahrungen auf Praxisbetrieben. Ein möglicher Erklärungsansatz hierfür könnte in der Länge und der Beschaffenheit des Triebweges vom Stall auf die Weide liegen. Der derzeitige Triebweg ist über 150 m lang und mit verdichtetem Schotter befestigt. Da die Tiere diesen während der Vollweideperiode zweimal täglich hin und zurück passieren müssen, sind Verletzungen durch eingetretene oder aufschürfende Schotterstücke nicht unwahrscheinlich. Die Kühe der Stallherde konnten über einen gepflasterten Weg ihr Weidestück erreichen und waren somit nicht dieser zusätzlichen Verletzungsgefahr ausgesetzt. Einmal entstandene Verletzungen können bei Vollweidehaltung zudem ohne Behandlung schlechter abheilen, da die Tiere deutlich mehr Strecke zurücklegen müssen, um Ihren Tagesbedarf an Energie- und Nährstoffen zu decken. Eine Stallherde-Kuh hatte eher die Möglichkeit, sich durch zeitweise geringere Bewegungsaktivität zu schonen. Die Ergebnisse verdeutlichen, wie bedeutsam es ist, sich bei Vollweidesystemen auch hinsichtlich der Triebwegsgestaltung vorab Gedanken zu machen.

Tabelle 11: Klauen- und Gelenkserkrankungen auf Basis der Erhebungen im Rahmen des Programms "ProGesund“

Kennzahl	**Gruppe**	**2014-17[1)] %[2)]**	**2014-17 Tiere[3)]**
Klauenhauterkrankungen	Stallherde	2,0	8
(Panaritium, Phlegmone)	Weideherde	3,0	11
	p-Wert*	***0,255***	***0,274***
Klauenhornerkrankungen	Stallherde	1,0[b]	4
(Ballenhornfäule, Sohlengeschwür)	Weideherde	9,5[a]	26
	p-Wert	***0,026***	***0,063***
Gelenkserkrankungen	Stallherde	0,3[b]	1[b]
	Weideherde	4,2[a]	11[a]
	p-Wert	***0,003***	***0,002***

* signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet
1) 15.11.14 bis 30.09.17 2) Anzahl der jeweiligen Diagnose an der Gesamtzahl der gestellten Diagnosen innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe 3) Anzahl der Tiere, für die die jeweilige Diagnose gestellt wurde (Mehrfachzählungen des gleichen Tieres möglich)

Stoffwechselstörungen in Form von Ketosen oder Gebärparese traten in der Stallherde tendenziell bis signifikant häufiger auf als in der Weideherde. Als Erklärungsansatz kann hierfür zum einen der höhere BCS-Wert der Stallherde-Kühe dienen (Ketosen) und zum anderen die höhere durchschnittliche Anzahl an Laktationen, die wiederum ein Indiz dafür ist, dass in der Stallherde deutlich mehr Mehrkalbungs-Kühe mit entsprechend höherem Milchleistungspotential vorhanden waren als in der Weideherde mit einem erhöhten Anteil an erst- und zweitlaktierenden Kühen.

Tabelle 12: Verdauungsstörungen und Stoffwechselerkrankungen im Versuchszeitraum

Kennzahl	**Gruppe**	**2014-17[1)] %[2)]**	**2014-17 Tiere[3)]**
Ketose	Stallherde	3,0	9
	Weideherde	1,7	8
	p-Wert*	***0,058***	***0,423***
Acidose	Stallherde	1,3[a]	5[a]
	Weideherde	0[b]	0[b]
	p-Wert	***0,012***	***0,038***
Gebärparese	Stallherde	10,1[a]	40[a]
(Milchfieber)	Weideherde	1,1[b]	5[b]
	p-Wert	***<0,001***	***0,019***

* signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet
1) 15.11.14 bis 30.09.17 2) Anzahl der jeweiligen Diagnose an der Gesamtzahl der gestellten Diagnosen innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe 3) Anzahl der Tiere, für die die jeweilige Diagnose gestellt wurde (Mehrfachzählungen des gleichen Tieres möglich)

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass eine generelle Aussage, welches System gesündere Kühe bedingt, auf Grundlage der Versuchsergebnisse nicht getätigt werden kann. Beide Systeme scheinen Schwachstellen aufzuweisen, die aber eher auf Management-Fehlern beruhen und nicht konkret einem System zugeordnet werden können. Eine Ausnahme bildet dabei aber das gehäufte Auftreten von Zysten und Zyklusstörungen im Versuch. Hier könnte durchaus ein Zusammenhang mit der überhöhten Rohproteinaufnahme während der Weideperiode und der anschließenden Belegsaison bestehen. Maßgebend sind der Zeitraum der

Kalbeperiode und das Fruchtbarkeitsmanagement. Bei einer Kalbung im Dezember ist die Wiederbelegung z. B. vor der Weidesaison. Generell sind hierzu weitere Forschungsvorhaben erstrebenswert.

4.4 Weidebasierte Jungrinderaufzucht

Die Tageszunahmen der Jungviehaufzucht auf der Weide unterschieden sich deutlich in den einzelnen Versuchsjahren. Im Jahr 2015 wurden in durchschnittlich 180 Weidetagen (von max. 219 Weidetagen) mit 250 g die geringsten durchschnittlichen Tageszunahmen erreicht. Die Herde bestand aus 54 Kalbinnen und einem Deckstier, wobei die Tiere im Durchschnitt 461 kg zum Austrieb wogen. Das Durchschnittsalter lag mit 16 Monaten über dem der Jahre 2016 und 2017. Durch die gruppenweise Einstallung im Herbst unterschieden sich die Abtriebsdaten zwischen den einzelnen Tieren. Die letzten Kalbinnen verließen am 14.11.2015 die Jungviehweide in Oberleinbach.

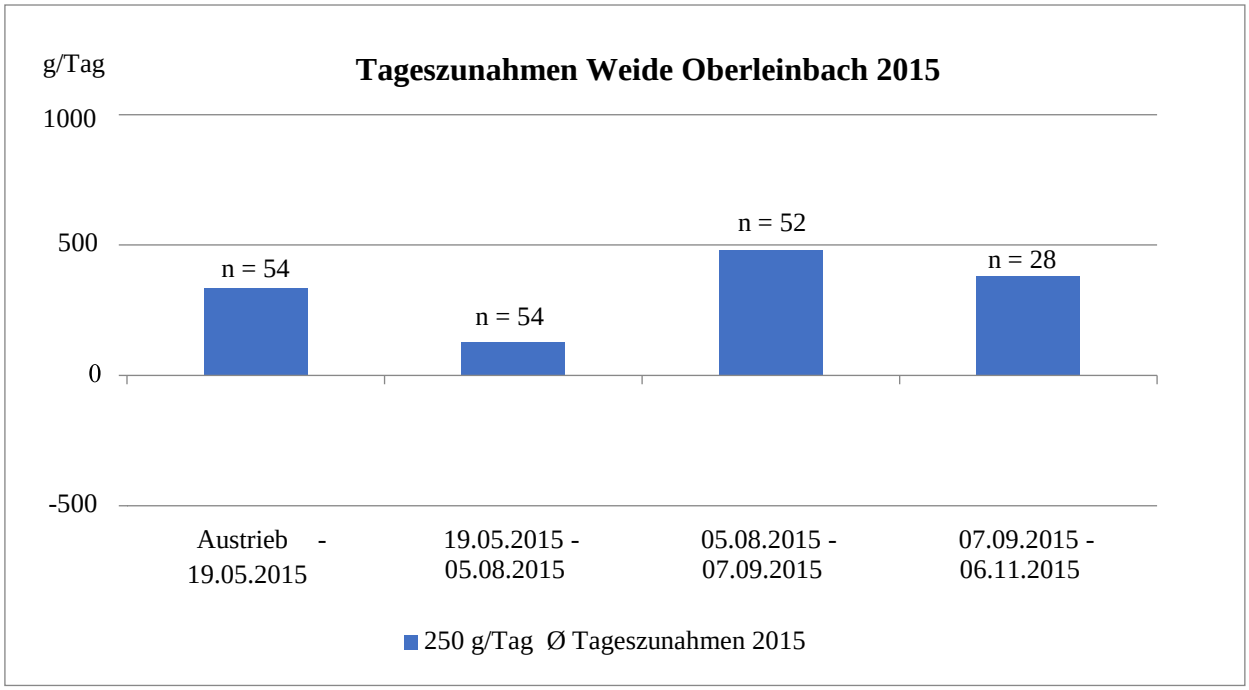

Abbildung 21: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2015, Quelle: Pfister (2018)

Im Folgejahr konnte in durchschnittlich 153 Weidetagen (max. 203 Weidetage) eine Steigerung der Tageszunahmen auf 375 g verzeichnet werden. Zum Weidebeginn wogen die Tiere im Durchschnitt 332 kg und steigerten sich bis zum letzten Wiegedatum am 20.09.2017 auf der Weide im Mittel auf 381 kg. Das Durchschnittsalter zum Weideauftrieb sank im Vergleich zum Vorjahr auf 10 Monate. Die Herdengröße dagegen stieg in der Spitze deutlich auf 74 Färsen sowie einem Deckstier an. Die jüngeren Tiere wurden dabei am Standort Kringell auf stallnahen Flächen gehalten. Das Weidejahr endete jedoch aufgrund der Witterung im Herbst bereits früher als noch im Vorjahr. Die letzten Kalbinnen wurden beinahe einen Monat früher als im Vorjahr, nämlich am 19.10.2016 eingestallt.

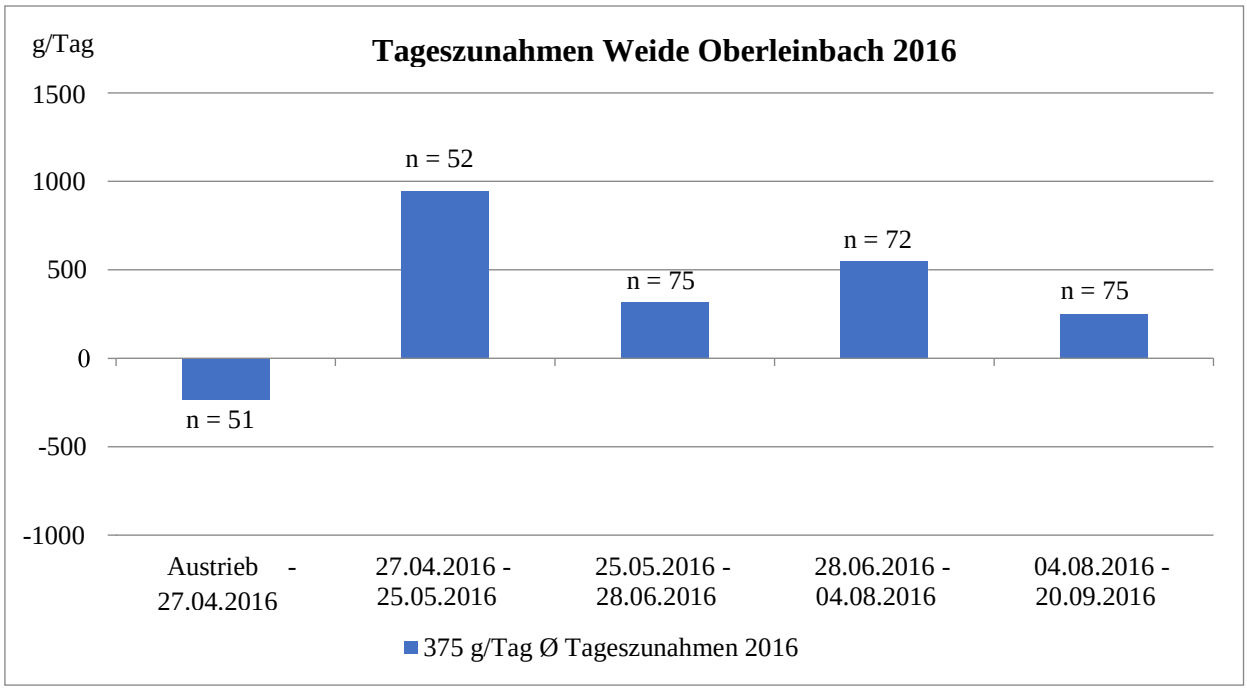

Abbildung 22: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2016, Quelle: Pfister (2018)

Im verkürzten Versuchsjahr 2017 betrugen die täglichen Zunahmen dann in 122 Tagen (von max. 162 Weidetagen) 793 g. Zum Weidebeginn wogen die Tiere im Mittel 395 kg, zum Abtrieb erreichten sie ein Durchschnittsgewicht von 491 kg. Das Durchschnittsalter stieg wieder auf 14 Monate an und es wurden lediglich 51 Tiere und ein Deckstier aufgetrieben. Hinzu kam, dass sich neben der weiblichen Nachzucht auch 13 Ochsen mit durchschnittlich 430 kg zur Weidemast auf den Flächen befanden.

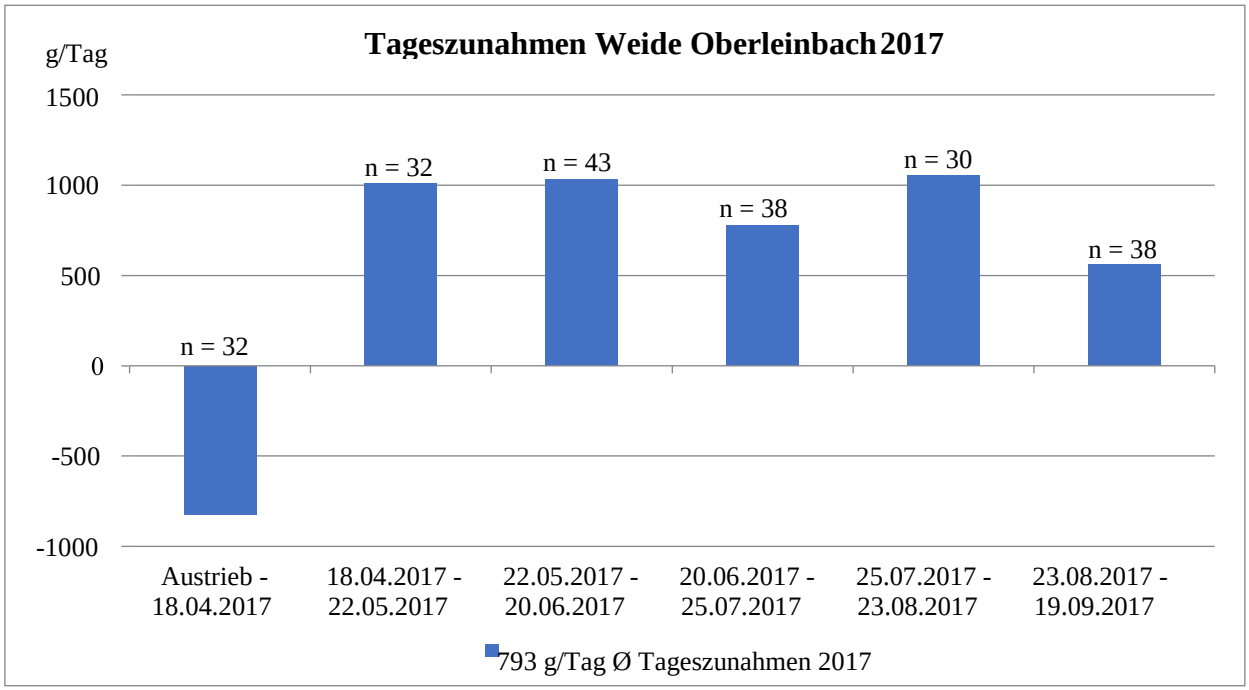

Abbildung 23: Tageszunahmen der Kalbinnen auf der Jungviehweide in Oberleinbach 2017, Quelle: Pfister (2018)

Die täglichen Gewichtszunahmen der Kalbinnen auf der Kurzrasenweide unterschieden sich stark in den einzelnen Versuchsjahren. Über die dreijährige Versuchsdauer ließ sich jedoch eine Steigerung der Zunahmen beobachten. Eine Entwicklung, die sich neben Umwelteffekten auch durch die Anpassung des Managements an das Weidesystem der Kurzrasenweide erklären lässt. Ein vergleichbarer Adaptionsprozess konnte ebenfalls bei der Umstellung der bayerischen Pilotbetriebe auf Vollweide mit Winterkalbung dokumentiert werden (Steinberger et al., 2012b). Der im vorherigen Kapitel beschriebene Milchleistungsverlauf, weist eine ähnliche Steigerung im Versuchszeitraum auf. Die Entwicklung der tierischen Leistung unterstreicht den Bedarf in der Praxis nach kompetenter und flächendeckender Beratung.

Auf den Flächen des Nebenbetriebes in Oberleinbach fand weder eine Analyse des Aufwuchses noch eine Erfassung der Pflanzenzusammensetzung statt. Dennoch erlaubt es die räumliche Nähe zum Standort Kringell Rückschlüsse auf die Wachstumsbedingungen der Jungviehweide zu ziehen. Außerdem ermöglichen wöchentliche Wuchshöhenmessung und Veränderungen in der Flächenzuteilung die Beurteilung des Futterangebots.

Das erste Versuchsjahr 2015 stellte, wie bereits mehrfach beschrieben, die schwierigsten Wachstumsbedingungen für die Weidehaltung dar. Das niedrige Futterangebot machte sich vor allem anhand der mittleren Aufwuchshöhe des Jahres von 3,5 cm bemerkbar. Eine Beifütterung war grundsätzlich möglich, doch durch die Entfernung zum Standort Kringell mit höherem Aufwand verbunden und wurde laut der Aufzeichnungen auch nicht praktiziert. Das hohe Durchschnittsalter der aufgetriebenen Kalbinnen des Jahres 2015 von 16 Monaten könnte ebenfalls einen Einfluss gehabt haben, da sich mit steigendem Alter der Proteinansatz verringert (Terler et al., 2016). Daneben lagen die durchschnittlichen Tiergewichte mit 461 kg zum Weideaustrieb in der Spitze aller untersuchten Jahre. Aufgrund des proportional zum metabolischen Körpergewicht steigenden Erhaltungsbedarfs, führen höhere Gewichte zu einem höheren Nährstoffbedarf. In einem Jahr mit knappem Futterangebot könnte das Tiergewicht daher ebenfalls einen Einfluss gehabt haben. Nicht unberücksichtigt sollte die lange Weidedauer bis in den November bleiben. Für hohe Tageszunahmen wäre es im Herbst nötig gewesen, das Nährstoffdefizit zum Beispiel durch Beifütterung auszugleichen (Spiekers, 2000). Auch hier gilt zu betonen, dass nicht die Qualität, sondern die Quantität des Futterangebots auf der Kurzrasenweide als begrenzender Faktor wirkt. In diesem Zusammenhang ist die Gewichtsentwicklung der Kalbinnen nach dem Aufstallen interessant. Sowohl im Jahr 2015 als auch im Jahr 2016 wurden mit mehr als 1.500 g pro Tag hohe Zunahmen erreicht. Der Effekt wird als kompensatorisches Wachstum bzw. als „Aufholwachstum“ bezeichnet. Die Fähigkeit sichert das Erreichen des artspezifischen Endzustands und ist die Folge einer vorangegangenen Unterversorgung (Choi et al. 1997). Natürlich muss besonders nach dem Einstallen auch die Füllung des Pansens berücksichtigt werden, da der gefüllte Pansen bis zu 22 % des Gesamtgewichts ausmachen kann, wurden die Tiergewichte eventuell überschätzt (DairyNZ, 2016) Dafür spricht, dass die Tiere im Laufe des Vormittags, also nach der Futtervorlage, gewogen wurden.

Das Jahr 2016 zeigte im Vergleich zum Vorjahr eine Steigerung der täglichen Zunahmen. Dennoch lagen sie mit durchschnittlich 477 g pro Tag noch immer deutlich unter den Ergebnissen früherer Untersuchungen von im Schnitt 875 g (Eisenhardt et al., 2016). Über die

Weidedauer wiesen die Zunahmen hohe Schwankungen zwischen den einzelnen Wiegedaten und Einzeltieren auf. In zwei von drei Jahren zeigten sich zum Weidebeginn zum Teil hohe Gewichtsverluste. Das Jahr 2015 bildete in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Der größere Abstand zwischen Austrieb und erster Wiegung auf der Weide dürfte dazu geführt haben, dass der Gewichtsverlust zum Weideaustrieb nicht mehr feststellbar war. Dazu passt, dass im Jahr 2017 mit dem geringsten Abstand die höchsten Gewichtsverluste dokumentiert wurden.

Für das Jahr 2016 und das Jahr 2017 sprechen die hohen Gewichtsverluste zum einen für eine Überkonditionierung der Tiere (DLG, 2008). Zum anderen ist auch die Futterumstellung auf reine Weidefütterung nicht zu unterschätzen (O'Grady, 2007). Anders als bei den Milchkühen erfolgte der Wechsel der Futtergrundlage abrupt. Im Zuge des Wechsels von der stärkereichen Ration in der Winterphase zu einer reinen Weidefütterung benötigen die Pansenmikroben sowie die Pansenwand zwei bis vier Wochen der Anpassung an das neue Milieu (Steinwidder und Starz, 2015). Die rasche Futterumstellung in Verbindung mit Veränderung der Herdenstruktur sowie der Haltungsumwelt führen zu Stress bei den Tieren. Die Folgen sind verminderte Verdauungsabläufe bzw. Leistungseinbußen (Sommer, 2003). Laut Verhoeven et al. (2015) kann bei reiner Grassilagefütterung vor Weideaustrieb jedoch auf eine Umstellungsphase verzichtet werden.

Ende Mai 2016 erfolgte der erstmalige Austrieb der jungen weiblichen Rinder im Alter zwischen zwei und sechs Monaten. Auffällig war die im Vergleich zu den Anfang April ausgetriebenen, älteren Tieren bessere Adaption der Weidehaltung. Die Zunahmen lagen trotz der Futterumstellung mit durchschnittlich 348 g bereits auf Höhe der älteren Kalbinnen im gleichen Zeitraum. Besonders die jüngsten Rinder zwischen zwei und vier Monaten stachen mit durchschnittlich 676 g deutlich hervor. Über die gesamte Weidedauer erreichten sie auch im Mittel rund 200 g höhere tägliche Zunahmen als der Rest der Herde. Der Effekt ist zum einen auf das höhere Wachstumsvermögen zurückzuführen (DairyNZ, 2016). Daneben könnte auch die frühe Gewöhnung an die Weideführung sowie die genutzte Weidefläche einen Einfluss gehabt haben. Dennoch sind die Zahlen bei angestrebten 800 g Tageszunahmen über die gesamte Weidedauer als nicht zufriedenstellend zu bewerten. Obwohl alle Altersgruppen zu geringe Wachstumsraten zeigten, wiesen die Zuwachsleistungen den zu erwartenden altersbedingten Abstand zwischen den jüngsten und den älteren Rindern auf.

Wie bereits beschrieben liefert der Weideaufwuchs eine gute Futtergrundlage um Tageszunahmen von mehr als 800 g zu ermöglichen. Je nach Körpergewicht der Tiere kann jedoch die Trockenmasseaufnahme auf der Weide einen begrenzenden Faktor darstellen (Sommer, 2000). Bei je nach Gewicht benötigten Trockenmasseaufnahmen zwischen 3,9 und 10 kg TM (DairyNZ, 2015) bilden sich vor allem in Phasen mit niedrigem Futterangebot, Engpässe in der Versorgung. Als Beispiel dient der Verlauf des Weidejahres 2016. Das Futterangebot reduzierte sich ab Mitte Juni deutlich, sodass trotz einer Vergrößerung der Weidefläche die Zielhöhe von 4 cm über die meiste Zeit bis zum Weideende unterschritten wurde. Ein ähnlicher Verlauf zeigte sich auch auf der zweiten Weidefläche in Oberleinbach und bestärkt damit die Vermutung, dass es aufgrund sich verschlechternder Wachstumsbedingungen zu einer Verknappung des Futterangebots gekommen war. Simultan dazu verringerten sich im selben Zeitraum auf beiden Weiden die Tageszunahmen der Kalbinnen und erreichten über die

restliche Weidedauer nicht mehr das Niveau vom Frühjahr bzw. des dritten Versuchsjahres.

Hinzu kommt, dass im Jahr 2016 mit im Mittel 6,2 Rindern die meisten Tiere je Hektar Weidefläche gehalten wurden. Neben schlechteren Wachstumsbedingungen könnte im Versuchsjahr 2016 auch die höhere Konkurrenz zwischen den Tieren einen Einfluss auf die Futteraufnahme bzw. die Tageszunahmen gehabt haben (Campbell, 1966).

4.5 Ökonomische Bewertung

4.5.1 Herleitung der Bewertungsgrößen

Die für die ökonomische Betrachtung benötigten Daten stammen einerseits direkt aus den Rohdaten der erfassten Werte des Versuchs. Außerdem wurden aufbereitete Daten aus den zwei vorangegangenen Masterarbeiten von Dietrich (2018) zur Tiergesundheit und Fruchtbarkeit sowie von Pfister (2018) zu produktionstechnischen Größen verwendet. Fehlende Daten und Preise wurden mithilfe von Werten aus der Literatur erhoben (vgl. Tabelle 15).

Tabelle 13: Übersicht über die verwendeten Preise und Kosten für die ökonomische Bewertung des Systemvergleichs Vollweide vs. Stundenweide

Versuchsjahr	**2014/15**	**2015/16**	**2016/17**
Milchkuh			
Milchpreis[1] (€/100 kg ECM)	47,54	48,41	49,18
Schlachtpreis SH[2] (€/kg SG)		3,58	
Schlachtpreis WH[2] (€/kg SG)		3,19	
Kraftfutter[2] (€/dt.)		46,00	
Biertreber[3] (€/dt.)		5,81	
Mineralfutter[2] (€/kg)		0,72	
Stroh[2] (€/kg)		0,13	
Jungkuh[2] (€/Tier)		1760,00	
Futterbau			
Saatgut Grünland[2] (€/kg)		4,10	
Saatgut Mais[2] (€/ha)		286,00	
Reinnährstoffe			
Stickstoff (N) (€/kg)		0	
Phosphor[4] (P) (€/kg)		1,26	
Kalium[4] (K) (€/kg)		1,36	
Arbeit			
Lohnansatz[2] (€/Akh)		17,50	
Pacht			
Grünland[5] (€/ha)		296	
Acker[5] (€/ha)		524	

Das letzte Versuchsjahr war, wie bereits beschrieben, verkürzt. Da die erfassten Daten in dieser Form nicht mit den beiden vorherigen Jahren vergleichbar waren, wurden die erfassten Werte der Milchmenge, des Kraft- und Saftfutterbedarfs und des Flächenbedarfs der HFF für die fehlenden 47 Tage des letzten Versuchsjahres extrapoliert. Für die Stallherde wurde aufgrund der kontinuierlichen Abkalbung eine in etwa gleichbleibende Milchleistung und gleichbleibender Futterverbrauch angenommen und somit die fehlenden Daten erweitert. Da die Weideherde eine saisonale Abkalbung verfolgt und somit die Milchproduktion nicht

[1] Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2018)
[2] KTBL (2017)
[3] Preißinger et al. (2008)
[4] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2018b)
[5] Bayerische Landesamt für Statistik (2017)

kontinuierlich verläuft, erfolgte die Erweiterung auf Basis von der erwarteten Milchleistung und des erwarteten Futterbedarfs auf Grundlage der vorherigen Jahre.

Leistungen

Der in der Berechnung für die **Milcherlöse** verwendete Milchpreis stammt von dem Bundesinformationszentrum Landwirtschaft - BLZ (2018). Hierbei wurde für die drei Versuchsperioden der mittlere Milchpreis der einzelnen Monate für in Bayern erzeugte ökologische bzw. Biomilch gebildet (vgl. Tabelle 15). Der Jahresdurchschnittspreis wurde mit den in Tabelle 16 dargestellten, energiekorrigierten Milchmengen (4,0 % Fett; 3,4 % Eiweiß) multipliziert, um den Milcherlös zu errechnen.

Tabelle 14: Mittlere ECM (kg) pro Kuh und Jahr der Stall- und Weideherde (2014-17)

	Durchschnitt SH			**Durchschnitt WH**		
Versuchsjahr	14/15	15/16	16/17	14/15	15/16	16/17
kg ECM/Kuh und Jahr	9.010	9.534	9.604[1]	6.961	7.188	7.594[1]

[1] Werte extrapoliert auf 365 Tage, da Datenerhebung nur bis 30.09.2017 möglich war

Der **Kälbererlös** wurde durch Multiplizieren des Kälberpreises (KTBL, 2017) mit dem Gewicht und den Kälbern pro Kuh und Jahr errechnet. Die Kälber pro Kuh und Jahr wurden mittels der Zwischenkalbezeit und der Kälberverluste (KTBL, 2017) ermittelt. Für die Aufzucht wurde verfahrensüblich ein Zeitraum von vier Wochen und ein Verkaufsgewicht von 80 kg Lebendmasse (männlich) bzw. 75 kg Lebendmasse (weiblich) verwendet.

Zur Ermittlung des **Altkuherlöses** wurde für die SH eine höhere Schlachtklasse (Klasse R) als für die Weideherde (Durchschnitt aller Klassen) gewählt, da bei der Stallherde ein höherer Fettansatz angenommen wurde. Somit ergibt sich für die Stallherde ein höherer Schlachtpreis (vgl. Tabelle 15). Die Ausschlachtung (52 %), das Ausstallungsgewicht (700 kg) und die Kuhverluste (1 %), welche zur Berechnung herangezogen wurden, sind Richtwerte des KTBL (2017) für Fleckviehkühe.

Für den **Güllewert** der Ausscheidungen der Milchkühe wurden zunächst die anfallenden Nährstoffe (N, P, K) ermittelt (KTBL, 2017). Davon wurden wiederum die anrechenbaren Nährstoffe pro Kuh bestimmt. Dies erfolgte für beide Gruppen aufgeteilt in Stallhaltungs- und Weidephase separat. Bei der Stallhaltung wurden Stall-, Lager- und Ausbringverluste sowie der Anteil des nutzbaren Stickstoffes (LfL, 2018a) berücksichtigt. Bei der Weidephase fallen die Stall-, Lager- und Ausbringverluste weg. Es wurden sowohl bei Stall- als auch bei Weidehaltung 50 % des Stickstoffes als nutzbar angerechnet. Die anrechenbaren Nährstoffe wurden mit dem Reihnährstoffwert (vgl. Tabelle 15) verrechnet (LfL, 2018b). Für den Stickstoff wurde ein Wert von 0 €/kg N gewählt, da dieser im ökologischen Landbau nur bedingt zugekauft werden kann und daher ein realistischer Preisansatz sehr schwer zu ermitteln ist. Außerdem wurde ein in etwa geschlossener Nährstoffkreislauf für den Stickstoff angenommen. Somit ist die monetäre Bewertung des Stickstoffes bei einer Gegenüberstellung von Entzug und

Lieferung insgesamt neutral. Zusätzlich wurden für die Ausscheidungen, welche im Stall anfallen, die Ausbringkosten von 4,32 €/m³ (KTBL, 2016) berechnet. Die Ausbringkosten wurden der Milchkuh angerechnet und direkt vom Düngerwert abgezogen.

Kosten

Direktkosten

Für die Direktkosten der Verfahren Mais- und Grassilage sowie der Weiden wurden Werte aus der Literatur (KTBL 2017) angesetzt. Die Düngerkosten wurden nach Entzug auf Basis der Ertragserfassung und Nährstoffgehalte (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) 2018a) ermittelt. Da für die Halbtagesweide keine Erträge erfasst wurden, wurde 85 % des Ertrags der Kurzrasenweide angenommen. Dieser schlechtere Ertrag entsteht durch höhere Trittschäden und mehr Weiderest auf der Halbtagesweide. Die Kosten der Reinnährstoffe für P und K basieren auf den Werten des LfL Deckungsbeitragsrechner (LfL, 2018b). Der Stickstoff wurde, analog zum Güllewert, mit 0 €/kg N bewertet. Für die Silageverfahren wurden für den Silounterhalt (Folie, Gitter, Anstrich, etc.) Kosten auf Datengrundlage des KTBL (2017) sowie der Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2018b) angesetzt. Zusätzlich fallen bei der Maissilage Direktkosten für eine Hagelversicherung (KTBL, 2017) an.

Der Tierzukauf wurde auf Basis einer im Versuch beobachteten mittleren Remontierungsrate von 20 % (SH) bzw. 30 % (WH) und einem Jungkuhpreis von 1760 € (KTBL, 2017) errechnet.
Die Kraftfutterkosten wurden anhand der erfassten Kraftfuttermengen (vgl. Tabelle 17) und einem durchschnittlichen Preis von 46 €/dt. (KTBL, 2017) errechnet. Das gesamte Kraftfutter wurde in der Berechnung als Zukaufware zu Marktpreisen bewertet. Sowohl der Mineralfutterverbrauch, wie auch dessen Preis, entstammen Durchschnittswerten der Literatur (KTBL, 2017).

Tabelle 15: Mittlerer Kraftfutterverbrauch (Energiestufe 3) in Dezitonnen pro Kuh und Jahr der Stall- und Weideherde (2014-17)

	Durchschnitt SH			**Durchschnitt WH**		
Versuchsjahr	14/15	15/16	16/17	14/15	15/16	16/17
dt. KF/Kuh und Jahr	19,20	26,20	25,74[1]	4,31	8,70	8,45[1]

[1] Werte extrapoliert auf 365 Tage, da Datenerhebung nur bis 30.09.2017 möglich war

Saftfutter wurde in Form von Biertreber verfüttert. Die Saftfutterkosten ergaben sich somit aus den verfütterten Mengen an Biertreber (vgl. Pfister, 2018) und einem Biertreber-Preis von 5,81 €/dt. (Preißinger et al. 2008). Die Grobfutterkosten pro Kuh basieren auf den Direkt-, Arbeitserledigungs- und Flächenkosten der einzelnen Verfahren Weide, Silomais und Grassilage. Diese Kosten wurden auf Basis des Flächenbedarfs der Herden, welche Pfister (2018) in seiner Arbeit ermittelt hat, anteilsmäßig pro Kuh angerechnet. Der errechnete Flächenbedarf pro Kuh ist in nachfolgender Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 16: Kalkulierter Flächenbedarf in ha pro Kuh und Jahr im Versuchszeitraum nach Pfister (2018)

	Stallherde			Weideherde		
Versuchsjahr	14/15	15/16	16/17	14/15	15/16	16/17
Weide	0,06	0,06	0,06	0,44	0,39	0,33
Wiese	0,37	0,47	0,46	0,27	0,24	0,25
Silomais	0,15	0,09	0,14	0,02	0,04	0,07

Der Stroh- und Einstreubedarf und dessen Preis entstammen den Daten des KTBL (2017). Diese beinhalten sowohl Einstreu für die Kühe als auch für die Kälber bis zum Abgang. Bei der WH wurde für den Vollweidezeitraum (Mittelwert der drei Jahre: 151 Tage) kein Stroh berechnet. Während der Umstellungszeiten (Mittelwert der drei Jahre: 55 Tage) von Stall zu Weide bzw. wieder zurück wurde 50 % der Strohmenge berechnet. Die Kosten für Besamung, Sperma, Tierarzt/Medikamente und Klauenpflege sind Richtwerte des KTBL (2017). Allerdings wurden diese Werte auf Basis der Ergebnisse der Arbeit von Dietrich (2018) angepasst. Die Kostenpunkte für Strom, (Ab-)Wasser, Milchkontrolle und Spezialberatung wurden für beide Versuchsgruppen analog nach Werten aus der Literatur veranschlagt (KTBL, 2017). Unter die sonstigen Direktkosten fallen Tierseuchenkasse, Ertragsschadenversicherung, Viehversicherung, Spezialberatung, Milchleistungsprüfung, Zuchtverband, Tierkennzeichnung und Reinigung und Desinfektion. Die Werte entsprechen Werten des KTBL (2017)

Der Zinsansatz für das Viehkapital ergibt sich aus der Summe der Kosten des Viehzukaufes und der Hälfte der restlichen Direktkosten. Ausgenommen sind die Grobfuttermittel, da diese bereits die kalkulatorischen Kosten des Zinsansatzes enthalten. Somit ergibt sich eine Summe, welche das mittlere gebundene Kapital wiederspiegelt und auf die der kalkulatorische Zins von 4 % angesetzt wird.

Arbeitserledigungskosten

Da das Verfahren Maissilage für beide Gruppen äquivalent ist, wurden auch hier die gleichen Arbeitserledigungskosten angesetzt. Diese basieren vollständig auf Werten der Literatur (KTBL, 2017; LfL, 2018b). Für die Ernte wurde angenommen, dass diese komplett an ein Lohnunternehmen abgegeben wird. Die restliche Feldarbeit erfolgt mit Eigenmechanisierung (67 kW) bei einer durchschnittlichen Schlaggröße von 2 ha und 2 km Feld-Hof-Entfernung.

Für die Arbeitserledigungskosten der Grassilage gilt dasselbe wie für die Maissilage. Der Anbau erfolgte für beide Versuchsgruppen zusammen. Auch hier wurde auf Werte des KTBL (2017) zurückgegriffen. Es wurde eine vierschnittige Bewirtschaftung mit einem kleegrasbetonten Bestand angenommen. Häckseln, Transport und Festfahren wurde als Dienstleistung berechnet, die restlichen Arbeitsschritte als Eigenleistung mit eigener Mechanisierung (67 kW). Hier wurde ebenfalls, analog zur Maissilage, eine durchschnittliche Schlaggröße von 2 ha und eine mittlere Feld-Hof-Entfernung von 2 km angenommen.

Für die Weide der SH wurden lediglich Arbeitserledigungskosten für das Nachmähen veranschlagt (KTBL, 2017). Bei der WH wurde zusätzlich zum Nachmähen noch eine einmalige

Güllegabe im Herbst und eine Nachsaat kalkuliert (KTBL, 2017). Der Arbeitszeitbedarf für die jährlichen Arbeiten zur Zaunerstellung im Frühjahr und dem Abbrechen von Teilzäunen im Winter wurde nach Werten von Schick (2001) den Weideverfahren zugeordnet. Die üblichen Arbeiten für Zaunkontrolle und -instandhaltung fallen auf die Milchkuh zurück.

Bei den Arbeitserledigungskosten der Milchkuh fallen lediglich für die Fütterung Maschinenkosten an. Die Fütterung wurde mit Mischwagen und die Befüllung mit Frontlader gerechnet (KTBL, 2017). Für die Weideherde wurden die variablen Maschinenkosten der Fütterung nur für die Stallhaltungsphase berechnet. Der Arbeitszeitbedarf pro Milchkuh basiert grundlegend auf Werten der KTBL (2017) mit Ausnahme der Arbeitszeit, die mit der Weide zusammenhängen. Diese stammen von Schick (2001). Arbeiten, die durch den Weidegang betroffen sind bzw. wegfallen, wurden angepasst. Es wurde für jedes Jahr der Anteil der Stallhaltung für die Weideherde bestimmt (Mittelwert der drei Versuchsjahre 51 %) und nur für diese Tage die Arbeitszeit für Füttern und Einstreuen berechnet. Die Arbeitszeit, die für das Melken veranschlagt wird, bleibt dagegen davon unbeeinflusst. Für die Arbeiten, welche mit der Weide zusammenhängen, wurden Werte von Schick (2001) entsprechend der Triebweglänge, der Anzahl der Tränken, dem Zaunsystem und der Parzellengröße veranschlagt. Die veranschlagten Arbeitszeiten für die einzelnen Arbeitsschritte sowie der schlussendliche Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Jahr sind in nachfolgender Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 17: Ansätze für den mittleren Arbeitszeitbedarf in Akmin pro Kuh und Jahr

Arbeitszeit	**Stallherde**	**Weideherde**
Melken[6]		
2x3 Autotandem	3,86	3,86
Füttern[6]		
Rüstarbeiten	0,60	0,30
KF Automat kontrollieren/warten	0,17	0,08
Transponder einstellen	0,03	0,01
Silage mit Mischwagen laden + vorlegen	0,71	0,35
Einstreuen[6]		
Boxen einstreuen	0,07	0,03
Boxenpflege	0,13	0,06
Sonstige Arbeiten[6]		
Reinigung, Repro Tierarzt, Geburt	0,60	0,60
Tränke reinigen	0,03	0,01
Weide[7]		
Treiben	0,86	1,00
tägl. Zaunarbeiten	0,16	0,16
tägl. Tränkearbeiten		0,11
Akh/Kuh und Jahr	**41,21**	**36,97**

[6] Arbeitszeiten nach KTBL (2017)
[7] Arbeitszeiten nach Schick (2001)

Zusätzlich fallen noch 2,25 Akh pro Kalb an. Diese Arbeitszeit wurde anhand der geborenen Kälber pro Kuh und Jahr korrigiert und mit den Haltungstagen pro Kalb bis zum Verkauf errechnet. Dieser Arbeitszeitbedarf wurde dem jährlichen Arbeitszeitbedarf der Kuh hinzugerechnet. Die Stallherde hatte im Schnitt der drei Versuchsjahre 0,94 Kälber pro Kuh und Jahr und die Weideherde 0,96 Kälber pro Kuh und Jahr.

Flächenkosten

Es wurden fremde sowie eigene Flächen mit demselben kalkulatorischen Pachtpreis belegt, da angenommen wurde, dass die Eigenflächen für den gesetzten Pachtpreis verpachtet werden können und somit Opportunitätskosten anfallen. Der Pachtpreis entspricht mit 296 €/ha für Grünland und 524 €/ha für Ackerland den durchschnittlichen Kosten für neu angepachtete Flächen in Bayern 2017 (Bayerische Landesamt für Statistik, 2017).

Bezugsgrößen für die DAKfL

In dieser Arbeit wurden, zur Bewertung der DAKfL, weitere Bezugsgrößen zusätzlich zu den DAKfL pro Kuh und Jahr ermittelt. Zum einen wurden die Kosten und Leistungen der Kuh auf die erzeugte energiekorrigierte Milch verteilt, um die DAKfL pro kg ECM zu errechnen. Des Weiteren wurde die Hauptfutterfläche, also die Futterfläche, welche zur Erzeugung des Grobfutters dient, als Basis gewählt. Dazu wurden die DAKfL pro Kuh und Jahr durch die Hauptfutterfläche, welche eine Kuh pro Jahr benötigt, dividiert. Ebenso wurden die DAKfL pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) ermittelt. Hier werden neben der Hauptfutterfläche noch Schattenflächen, welche für die Kraft- und Saftfutterproduktion anfallen, hinzugezogen. Die Berechnung erfolgt analog zu den DAKfL pro ha Hauptfutterfläche. Die Kosten und Leistungen pro Kuh werden durch die benötigte LF dividiert. Die benötigte Hauptfutterfläche und die landwirtschaftlich genutzte Fläche pro Kuh und Jahr ist in nachfolgender Tabelle 20 abgebildet.

Tabelle 18: Hauptfutterfläche (HFF) und landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in ha pro Kuh und Jahr nach Pfister (2018)

	Stallherde			Weideherde		
Versuchsjahr	14/15	15/16	16/17	14/15	15/16	16/17
Hauptfutterfläche	0,58	0,62	0,66	0,73	0,67	0,66
landw. gen. Fläche (LF)	1,09	1,32	1,06	0,83	0,83	0,81

4.5.2 Grobfutterkosten

Der größte Kostenpunkt der **Direktkosten** sind bei allen Grobfuttermitteln die Nährstoffkosten. Bei den beiden Weidesystemen macht dies über 90 % der Direktkosten aus. Nennenswerte weitere Kostenpunkte bei den Direktkosten sind die Saatkosten mit ca. 290 €/ha bei der Maissilage. Insgesamt kommt die Maissilage somit auf Direktkosten von 623 €/ha. Die Direktkosten der Grassilage liegen bei 398 €/ha, für die Kurzrasenweide bei 431 €/ha und die Halbtagesweide verbucht 369 €/ha (vgl. Abbildung 24). Die Maissilage ist somit die teuerste Variante, wenn man einen Hektar betrachtet.

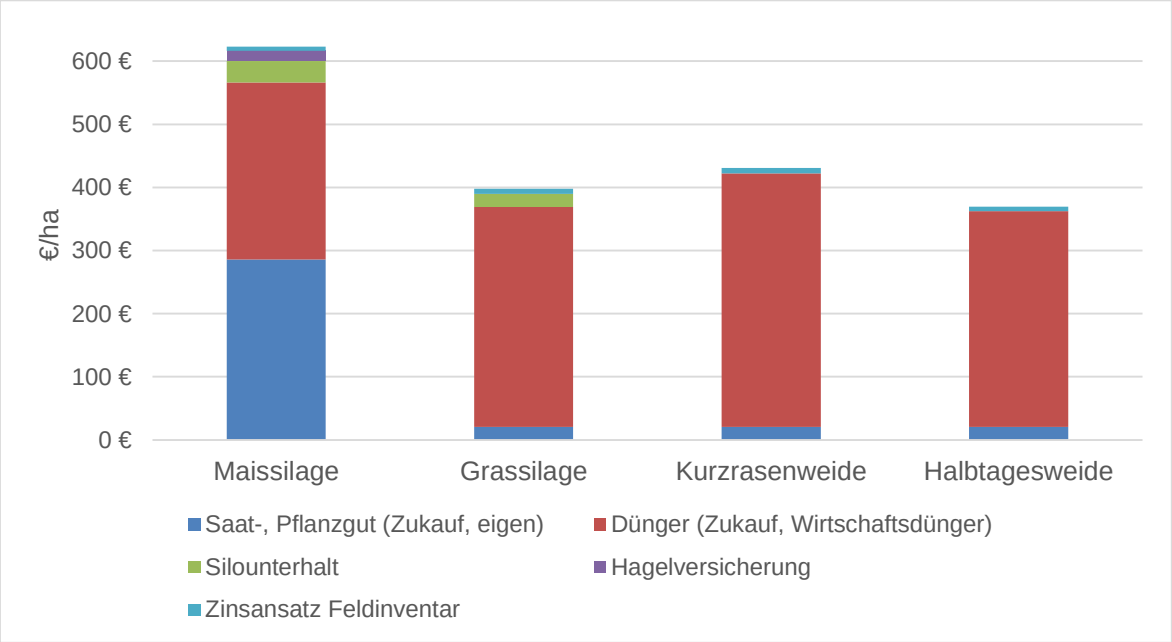

Abbildung 24: Direktkosten der unterschiedlichen Grobfuttermittel (Mittelwert 2014-2017) in €/ha

Die mittleren **Arbeitserledigungskosten** von 2014-2017 der einzelnen Grobfutterverfahren sind in Abbildung 25 dargestellt. Da für die Ernte der Maissilage und Grassilage ein Lohnunternehmen beauftragt wurde, fallen hier Kosten für Dienstleistungen an. Die Maissilage hat mit ca. 360 € die größten Arbeitserledigungskosten. Die Dienstleistungskosten fallen bei den Weideverfahren weg. Bei Silageverfahren fallen die Maschinenkosten höher als bei den Weideverfahren aus. Bei der Kurzrasenweide sowie der Halbtagesweide entfallen etwa die Hälfte der Arbeitserledigungskosten auf den Lohnansatz. Insgesamt haben die beiden Silageverfahren wesentlich höhere Arbeitserledigungskosten als die Weiden. Die Maissilage verbucht 1.144 €/ha, die Grassilage 955 €/ha. Die Arbeitserledigungskosten der Kurzrasenweide mit 180 €/ha und die Halbtagesweide mit 90 €/ha sind dagegen deutlich geringer.

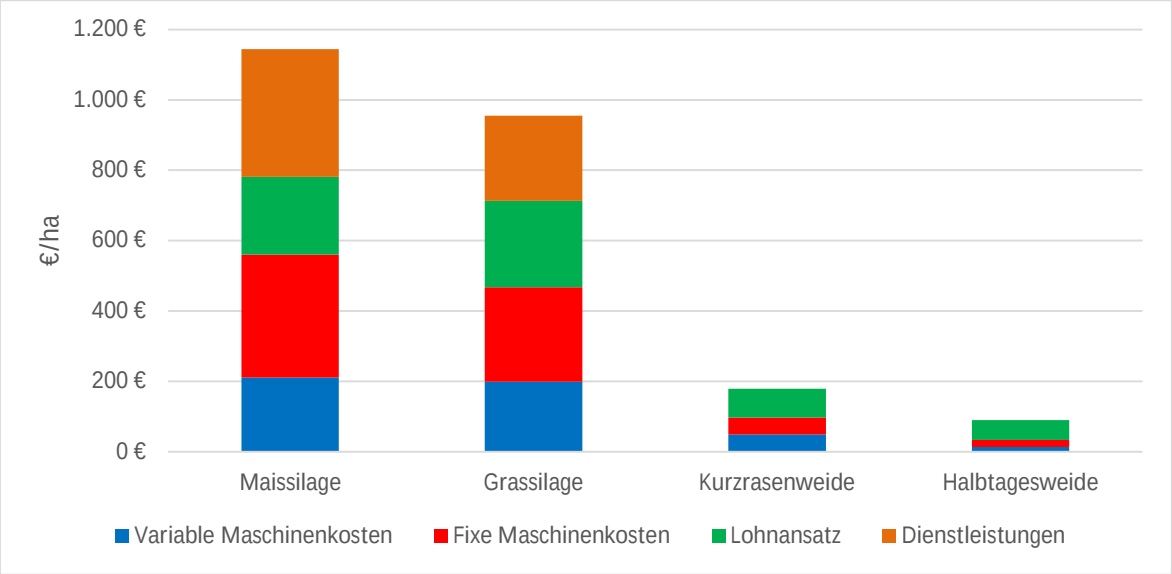

Abbildung 25: Mittlere Arbeitserledigungskosten der Grobfuttermittel in €/ha (2014-17)

Abbildung 26 zeigt die **Direkt- und Arbeitserledigungskosten** der verschiedenen Grobfutterverfahren. Vergleicht man die Kosten auf Basis eines Hektars, ist die Maissilage mit 1.768 €/ha vor der Grassilage mit 1.353 €/ha die teuerste Variante. Die Weideverfahren weisen mit 610 €/ha (Kurzrasenweide) bzw. 459 €/ha (Halbtagesweide) nicht einmal die Hälfte der Kosten auf. Betrachtet man die Kosten, welche zur Erzeugung von Futter mit 10 MJ NEL benötigt werden, ist die Grassilage das teuerste Verfahren mit 37 Cent/10 MJ NEL. Die Maissilage verbucht 27 Cent/10 MJ NEL und beide Weideverfahren jeweils 13 Cent/10 MJ NEL. Sowohl bei der Betrachtung auf Flächen- als auch Energiebasis sind bei den Silageverfahren die Direktkosten und bei den Weiden die Arbeitserledigungskosten der größere Posten.

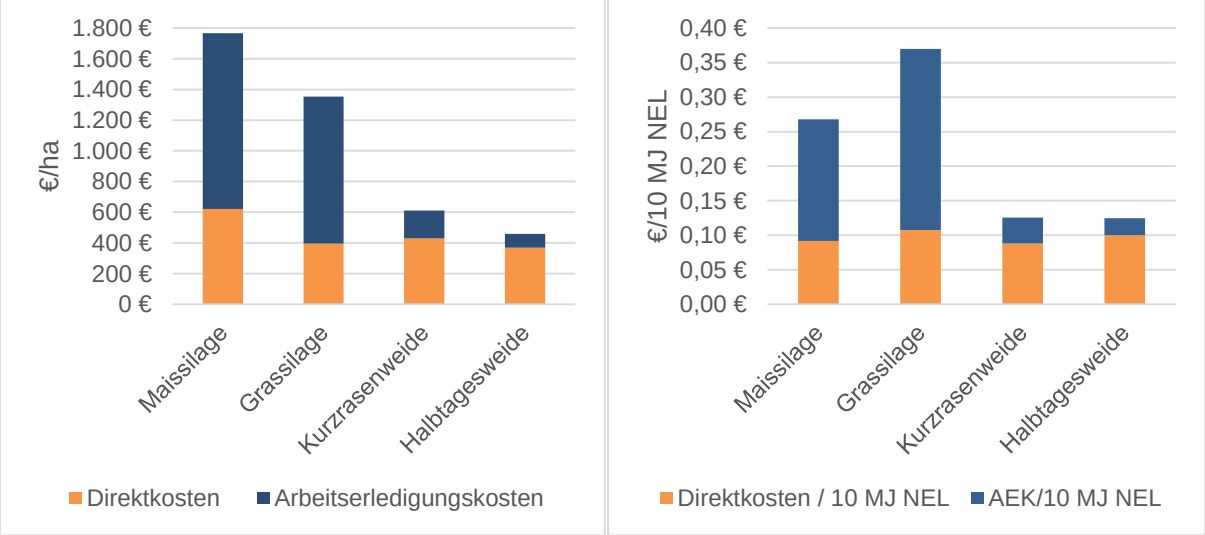

Abbildung 26: Direkt- und Arbeitserledigungskosten der unterschiedlichen Grobfuttermittel Mittelwert 2014-2017 in €/ha und €/10 MJ NEL

Zusätzlich zu den DAKfL wurden für die benötigte Fläche zur Produktion der Grobfuttermittel Flächenkosten veranschlagt. Der Pachtansatz beträgt bei der Maissilage 524 €/ha und bei den Grünlandverfahren 296 €/ha. Die Maissilage hat mittlere Direkt-, Arbeitserledigungs- und Flächenkosten von 2.291 €/ha bzw. 0,35 €/10 MJ NEL. Bei der Grassilage fallen im Mittel der drei Jahre 1.649 €/ha bzw. 0,45 €/10 MJ NEL an. Die Direkt-, Arbeitserledigungs- und Flächenkosten der Halbtagesweide betragen 755 €/ha bzw. 0,18 €/10 MJ NEL und die der Kurzrasenweide 907 €/ha bzw. 0,19 €/ha.

4.5.3 Leistungen Stallherde

Die **Leistungen** der Stallherde, welche im Mittel von 2014-2017 erzielt wurden, sind in Abbildung 27 dargestellt. Die durchschnittliche Leistung beläuft sich für die drei Versuchsjahre auf 5.359 €/Kuh und Jahr. Davon bringt der Milcherlös 85 % ein. Etwa 410 € werden durch den Kälbererlös erzielt, 258 € durch den Schlachterlös der Altkühe und 149 € sind der innerbetriebliche Güllewert.

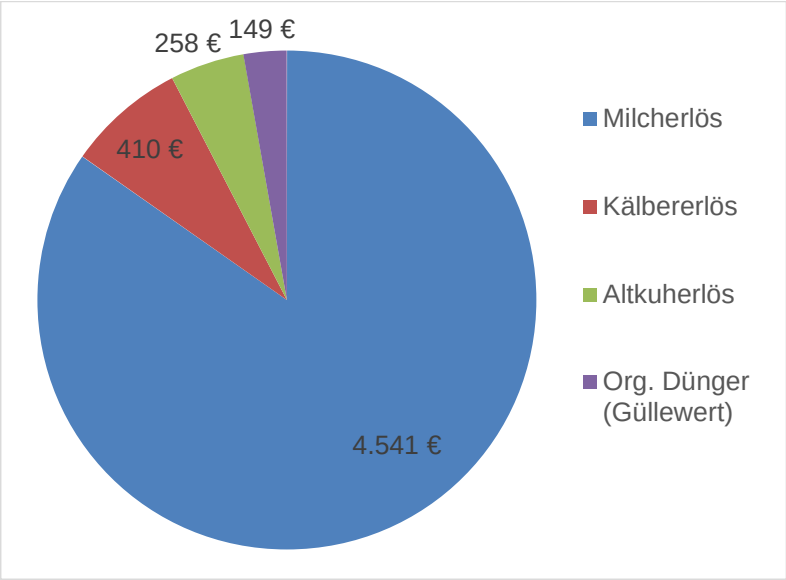

Abbildung 27: Mittlere Leistungen (2014-17) der Stallherde in €/Kuh und Jahr

Der Mittelwert der **Direktkosten** der Stallherde für die Jahre 2014 bis 2017 ist in der nachfolgenden Abbildung 28 dargestellt. Der größte Kostenpunkt ist das Kraft- und Mineralfutter inkl. an die Kälber verränkte Milch mit 1.226 €. Hierbei fallen die meisten Kosten auf die Kraftfutterkosten zurück, welche im Mittel etwa 1.100 €/Kuh und Jahr ausmachen. Die Kosten der Milch für die Aufzucht der Kälber beträgt im Mittel etwa 95 €. Die restlichen etwa 30 € fallen für das Mineralfutter an. Die mittleren Kosten für das Grobfutter setzen sich wie folgt zusammen: etwa 286 € kostet der verbrauchte Silomais pro Kuh und Jahr, 712 € kostet die Grassilage und für die Weide fallen im Schnitt noch etwa 46 € an. Das Saftfutter in Form von Biertreber kostet durchschnittlich ca. 60 €. Somit machen die Futtermittel mehr als 75 % der Direktkosten aus. 352 € entfallen noch für die Remontierung. Die weiteren

Direktkosten können in Abbildung 28 eingesehen werden. Unter sonstige Direktkosten fallen zusätzlich die Kosten für Milchkontrolle, Spezialberatung, Besamung, Sperma, Klauenpflege und Strom. Insgesamt fallen somit im Mittel Direktkosten von 3.019 € an.

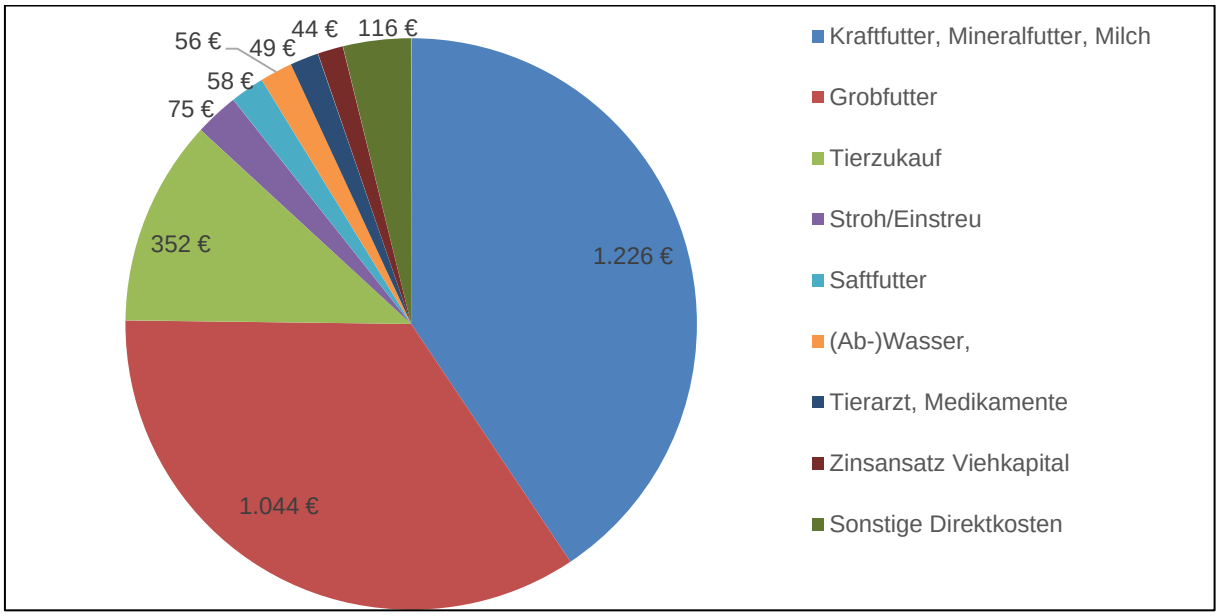

Abbildung 28: Mittlere Direktkosten (2014-17) der Stallherde in €/Kuh und Jahr

Die **Arbeitserledigungskosten** der Stallherde betragen pro Kuh und Jahr 911 €. Davon sind 128 € variable Maschinenkosten, 20 € fixe Maschinenkosten und 763 € Lohnansatz. Das Zustandekommen der Arbeitszeit ist in Tabelle 19 dargestellt.

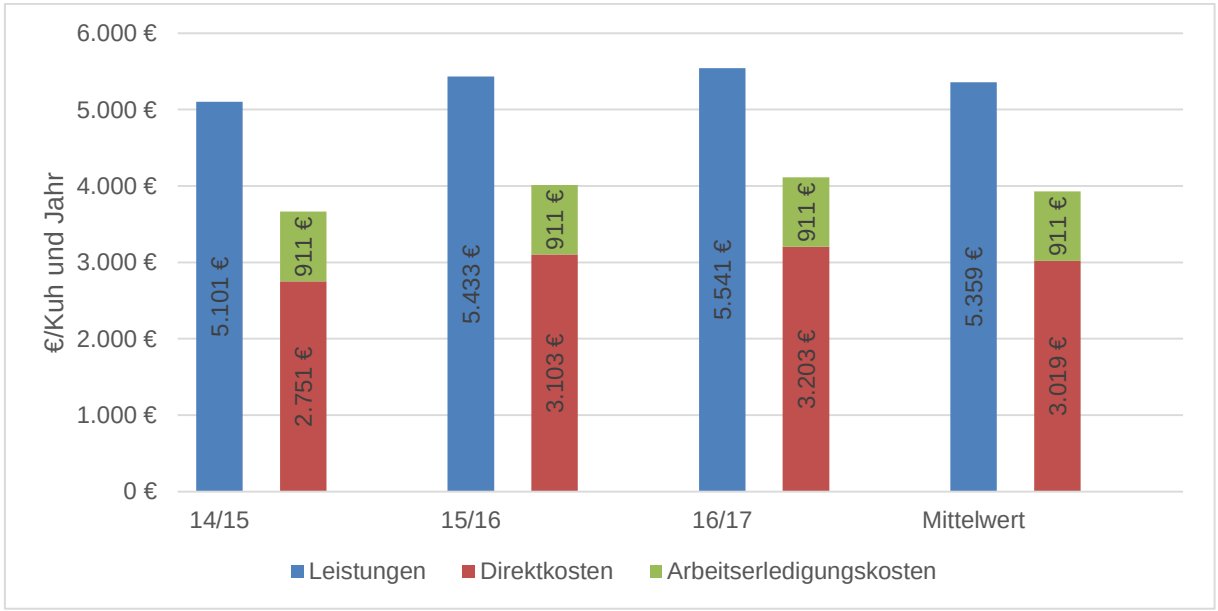

Abbildung 29: Leistungen, Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Stallherde für die Jahre 2014/15, 2015/16, 2016/17 und Mittelwert der Jahre 2014-17 in €/Kuh und Jahr

Somit ergeben sich für die Stallherde mittlere **direktkostenfreie Leistungen** von 2.340 €/Kuh und Jahr. Die **DAKfL** belaufen sich auf 1.428 €/Kuh und Jahr. Eine Gegenüberstellung der Leistungen und Kosten der einzelnen Jahre und der Durchschnittswert ist in Abbildung 29 aufgezeigt. Bezieht man die Kosten nicht auf die Kuh, sondern auf die erzeugte Milch, ergeben sich DAKfL von 0,15 €/kg ECM.

4.5.4 Leistungen Weideherde

Die **Leistungen** der Weideherde belaufen sich im Mittel auf 4.433€. Davon sind 79 % bzw. 3.508 € auf den Milcherlös zurückzuführen. 418 € werden durch den Verkauf von Kälbern und 345 € durch Altkühe erlöst. Der Güllewert beträgt 162 €. Die mittleren Leistungen der Jahre 2014-17 sind in nachfolgender Abbildung 30 abgebildet.

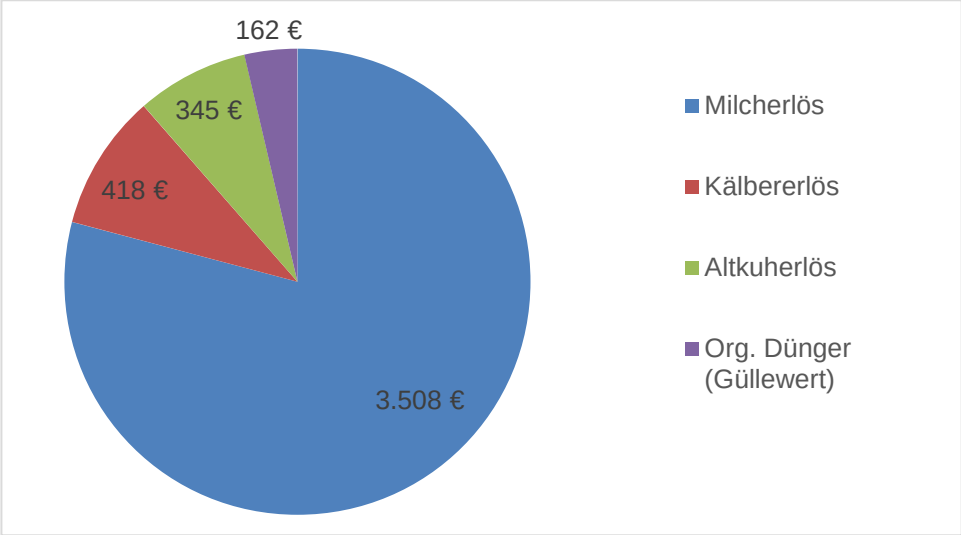

Abbildung 30: Mittlere Leistungen (2014-17) der Weideherde in €/Kuh und Jahr

Die mittleren **Direktkosten** belaufen sich auf 2.200 €. Die Aufteilung ist in der nachfolgenden Abbildung 31 dargestellt. Der größte Kostenpunkt sind die Grobfuttermittel. Sie machen mit 870 € mehr als ein Drittel der Direktkosten aus. Untergliedert man die Grobfutterkosten weiter, so entfallen im Schnitt 101 € auf den Silomais, 417 € auf die Grassilage und 417 € auf die Weide. Mit 528 € für den Tierzukauf entfallen etwa 24 % der Direktkosten der Weideherde auf die Remontierung. Weitere 456 € kosten Kraft-, Mineralfutter und die innerbetrieblich verwendete Milch. Hiervon sind ca. 330 € für Kraftfutter, 31 € für Mineralfutter und 95 € für die Kälbermilch. Die weiteren Direktkosten können in Abbildung 31 eingesehen werden. Unter sonstige Direktkosten fallen, analog zum vorherigen Kapitel, zusätzlich zu den in 0 genannten Punkten, die Kosten für Milchkontrolle, Spezialberatung, Besamung, Sperma, Klauenpflege und Strom.

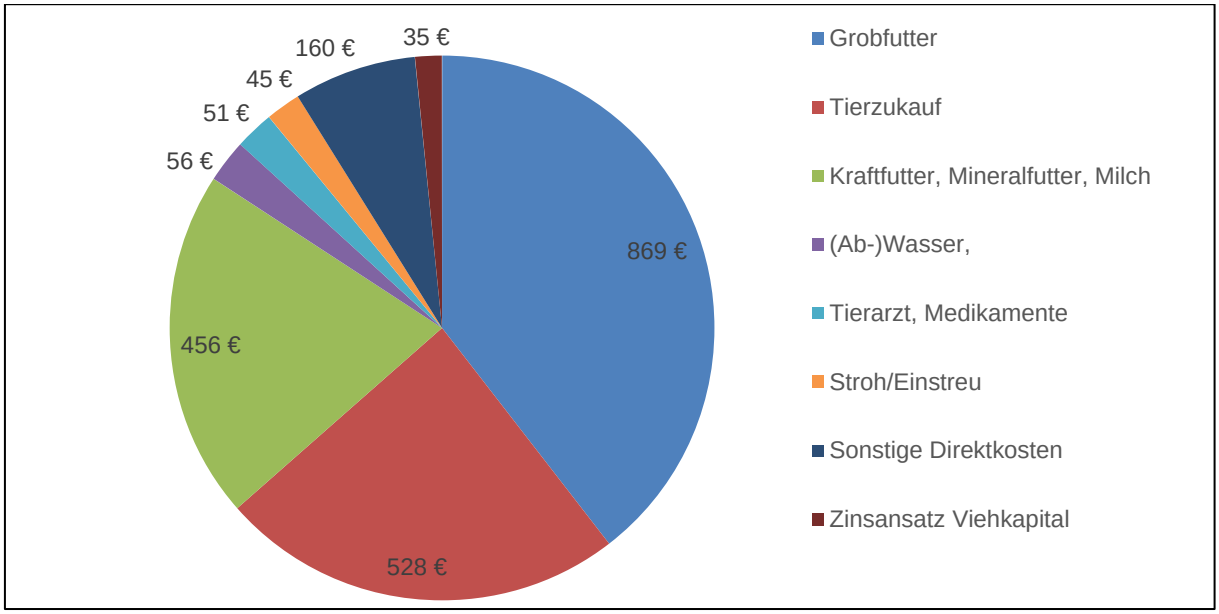

Abbildung 31: Mittlere Direktkosten (2014-17) der Weideherde in €/Kuh und Jahr

Die mittleren **Arbeitserledigungskosten** der Weideherde betragen 769 €. Davon entfallen 64 € auf die variablen Maschinenkosten und 20 € auf die fixen Maschinenkosten. Für den Lohnansatz kommen 685 € zusammen.

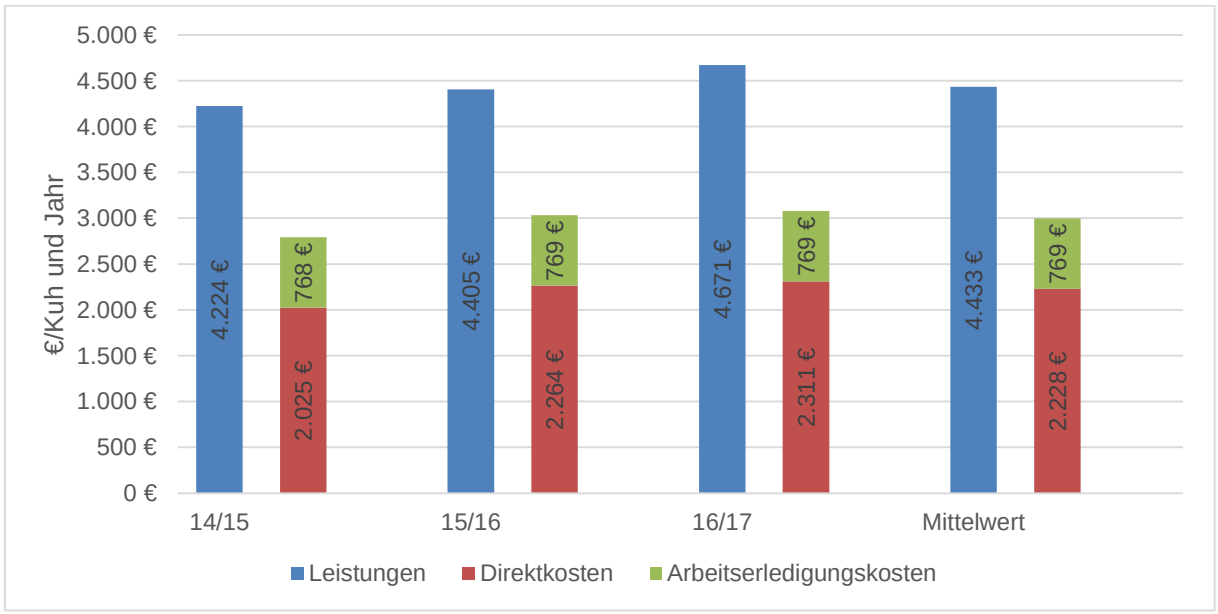

Abbildung 32: Leistungen, Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Weideherde für die Jahre 2014/15, 2015/16,2016/17 und Mittelwert der Jahre 2014-17 in €/Kuh und Jahr

Die Weideherde weist somit mittlere **Direktkostenfreie Leistungen** von 2.233 €/Kuh und Jahr auf. Die **DAKfL** liegen bei 1.464 €/Kuh und Jahr. Eine Übersicht der Leistungen, der Direktkosten sowie der Arbeitserledigungskoten der einzelnen Jahre, sowie des Durchschnittswertes, ist in Abbildung 32 dargestellt. Die **DAKfL** pro kg ECM betragen 0,20 €.

4.5.5 Ökonomischer Vergleich der beiden Systeme

Vergleicht man die **Leistungen** der beiden Systeme, so stellt man fest, dass die Stallherde pro Kuh und Jahr 926 € mehr Erlös erbringt. Der Milcherlös liegt um 1.033 € höher als bei der Weideherde. Dieser wird aber wiederum von dem höheren Kälbererlös, Altkuherlös und dem höheren Güllewert der Weideherde wieder um etwa 100 € kompensiert. Vor allem der um 87 € höhere Altkuherlös der Weideherde ist der Erlösfaktor, bei welchem die Weideherde im Vergleich zur Stallherde am besten abschneidet. Eine Übersicht der durchschnittlichen Leistungen der Stall- und der Weideherde sind in Abbildung 33 dargestellt.

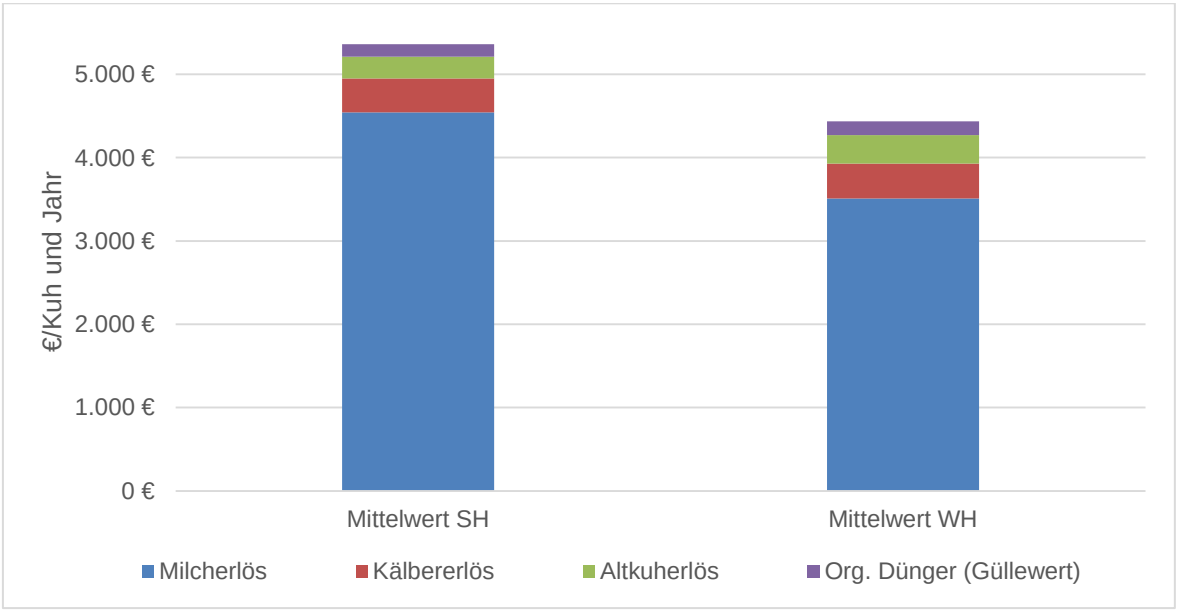

Abbildung 33: Vergleich der mittleren Leistungen der Stallherde und Weideherde in €/Kuh und Jahr (2014-2017)

Die mittleren **Direktkosten** der Weideherde waren um 817 € geringer als die der Stallherde. Besonders bei den Futtermitteln hatte die Stallherde höhere Kosten. So wurde für Kraftfutter, Mineralfutter und Kälbermilch im Mittel pro Jahr 770 € mehr ausgegeben, wobei nahezu der gesamte Mehraufwand auf das Kraftfutter (762 €) fällt. Bei den Grobfuttermitteln hatte die Stallherde deutlich höhere Kosten bei den Silagen, wohingegen bei der Weideherde höhere Kosten für die Weide angefallen sind. Verrechnet man die Direktkosten der Grobfuttermittel, so verzeichnet die Stallherde einen Mehraufwand von 173 €. Die Kosten für Saftfuttermittel lagen bei der Stallherde um 31 € über den der Weideherde. Ebenso waren die Kosten für Stroh bzw. Einstreu mit 29 € ebenfalls etwas höher. Durch die insgesamt höheren Direktkosten ist auch der Zinsansatz der Stallherde um etwa 8 € höher. Die Weideherde hat vor allem im Bereich der Remontierung bzw. für den Tierzukauf höhere Kosten. Hierfür fallen im Mittel 176 € mehr pro Kuh und Jahr an. Für Klauenpflege, Tierarzt, Besamung und Sperma fallen etwa 20 € Mehrkosten bei der Weideherde als bei der Stallherde an. Die restlichen Kostenpunkte bei den Direktkosten sind identisch. In Abbildung 34 sind die mittleren Differenzen (Stallherde minus Weideherde) ausgewählter Direktkosten (Differenz > 20 €) abgebildet.

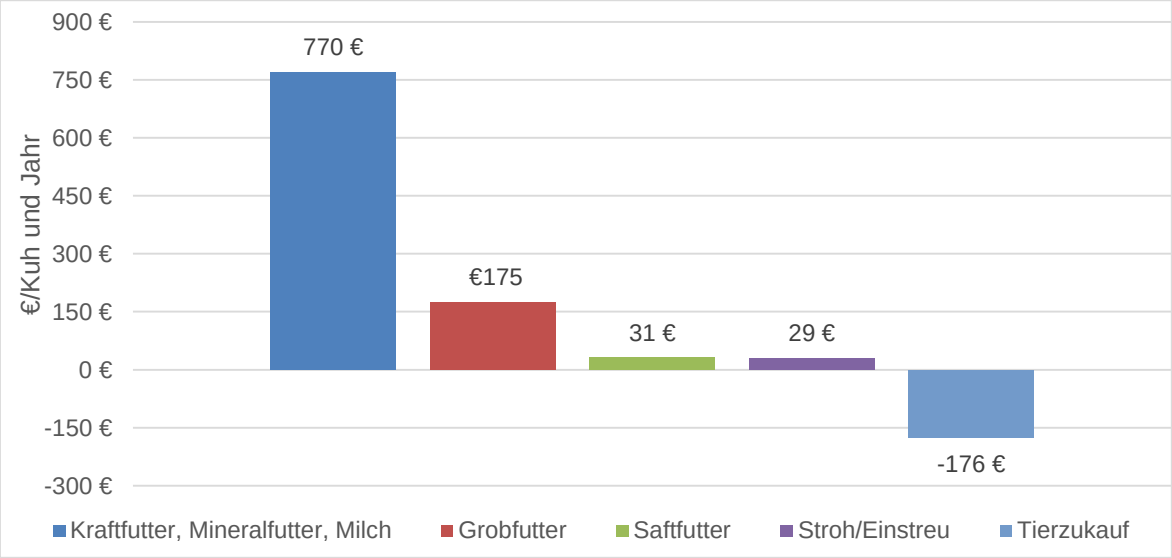

Abbildung 34: Differenz ausgewählter, mittlerer Direktkosten (SH - WH) in €/Kuh und Jahr

Im Vergleich sind die **Arbeitserledigungskosten** der Stallherde um 143 € höher als die der Weideherde. Von diesen Mehrkosten sind 64 € auf höhere variable Maschinenkosten der Stallherde und 79 € mehr Lohnansatz zurückzuführen. Vergleicht man die mittleren **Direkostenfreien Leistungen** pro Kuh und Jahr der Stallherde und Weideherde (Mittelwert 2014 – 2017), so hat die Stallherde einen um 109 € höheren Wert. Zieht man davon die Arbeitserledigungskosten ab, um die **DAKfL** zu erhalten, erzielt die Weideherde ein um 34 €/Kuh und Jahr höheres Ergebnis. Die mittlere Direktostenfreie Leistung und DAKfL pro Kuh und Jahr der beiden Systeme ist in Abbildung 35 dargestellt. Bezieht man die Ergebnisse nicht direkt auf die Kuh, sondern auf die erzeugte Milch, so zeigt sich, dass die Weideherde sowohl bei den Direktkostenfreien Leistungen als auch bei den DAKfL ein höheres Ergebniss erzielt (vgl. Abbildung 36). Bei den Direktkostenfreien Leistungen sind es 5,26 €/100 kg ECM und bei den DAKfL 4,36 €/100 kg ECM, welche die Weideherde mehr erwirtschaftet.

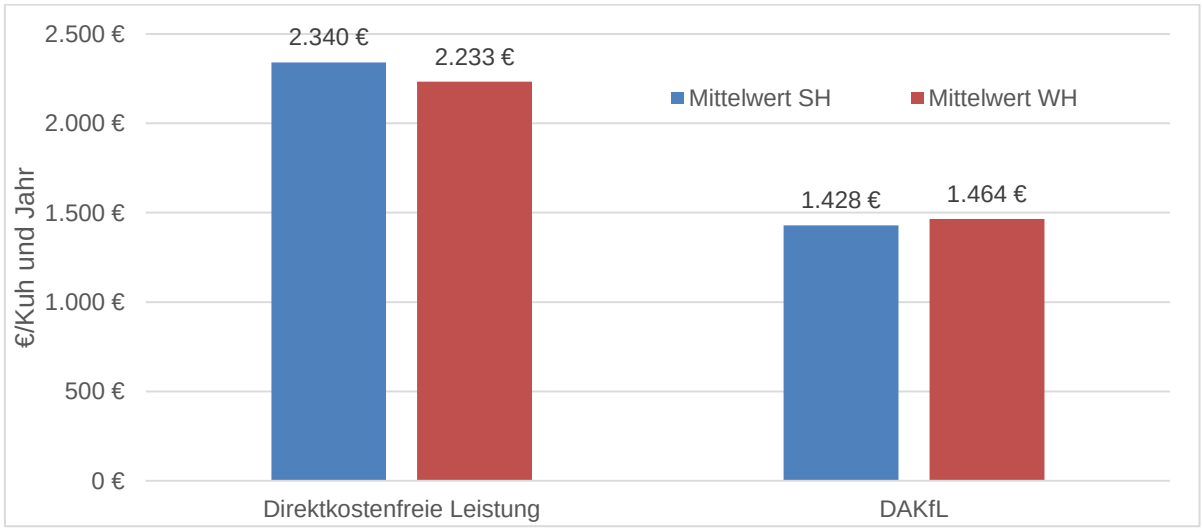

Abbildung 35: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/Kuh und Jahr (2014-17)

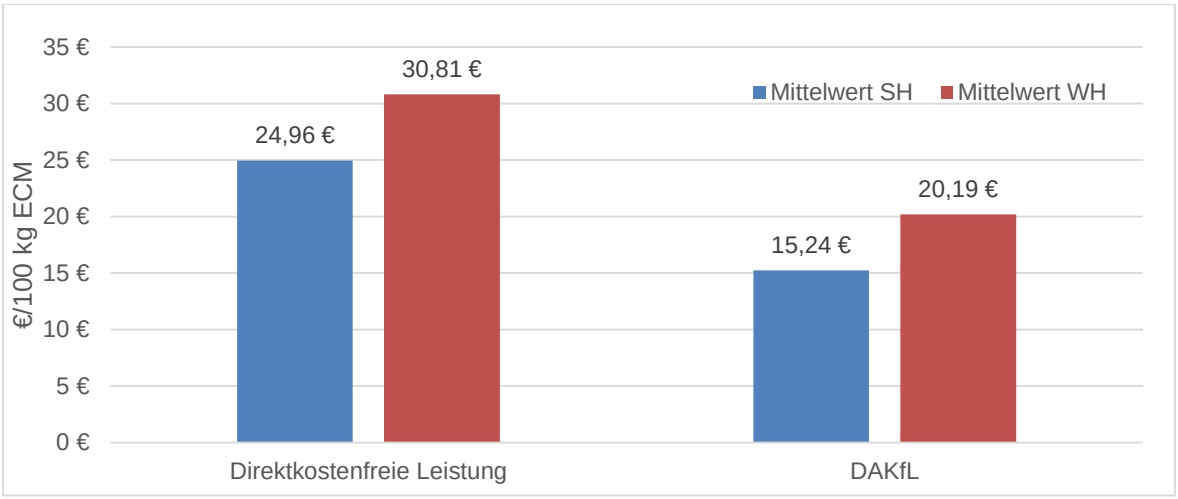

Abbildung 36: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/100 kg ECM

Betrachtet man die Direktkostenfreien Leistungen bzw. die DAKfL der Milchkuh auf Basis der benötigten Hauptfutterfläche, ergibt sich folgendes, in Abbildung 37 dargestelltes Bild. Sowohl bei den Direktkostenfreien Leistungen (+508 €/ha HFF) als auch bei den DAKfL (+158 €/ha HFF) hat die Stallherde das höhere Ergebnis.

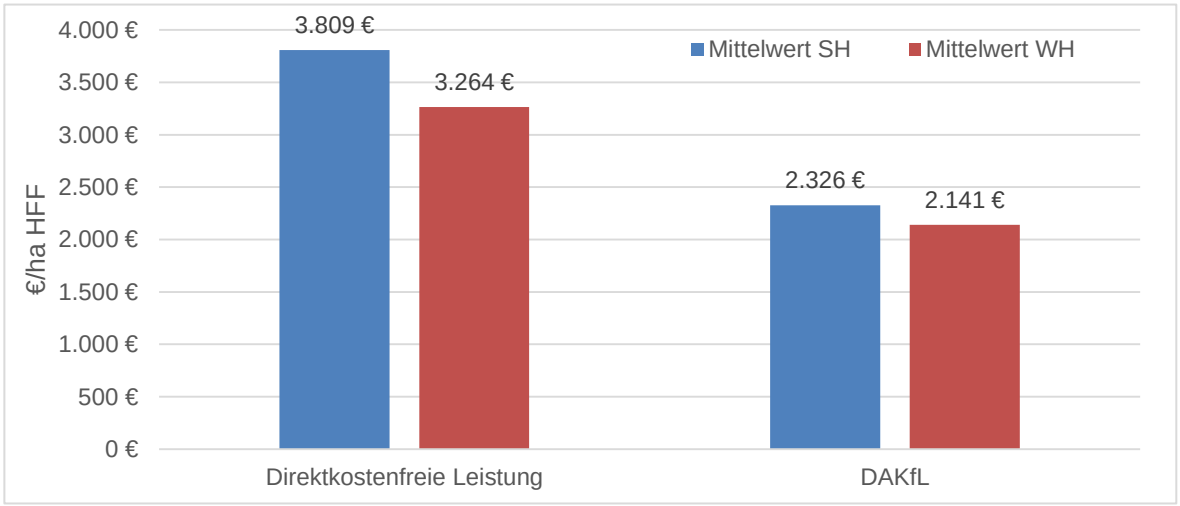

Abbildung 37: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/ha HFF/Jahr

Eine weitere Vergleichsgrundlage bietet die Einbeziehung der gesamten benötigten landwirtschaftlich genutzten Fläche, welche für die Michproduktion benötigt wird, also inklusive Schattenflächen für Kraft- und Saftfutterproduktion. Hier erzielt die Weideherde sowohl bei den Direktkostenfreien Leistungen (+ 667 €/ha LF) als auch bei den DAKfL (+ 530 €/ha LF) ein höheres Ergebnis, wie in Abbildung 38 dargestellt ist.

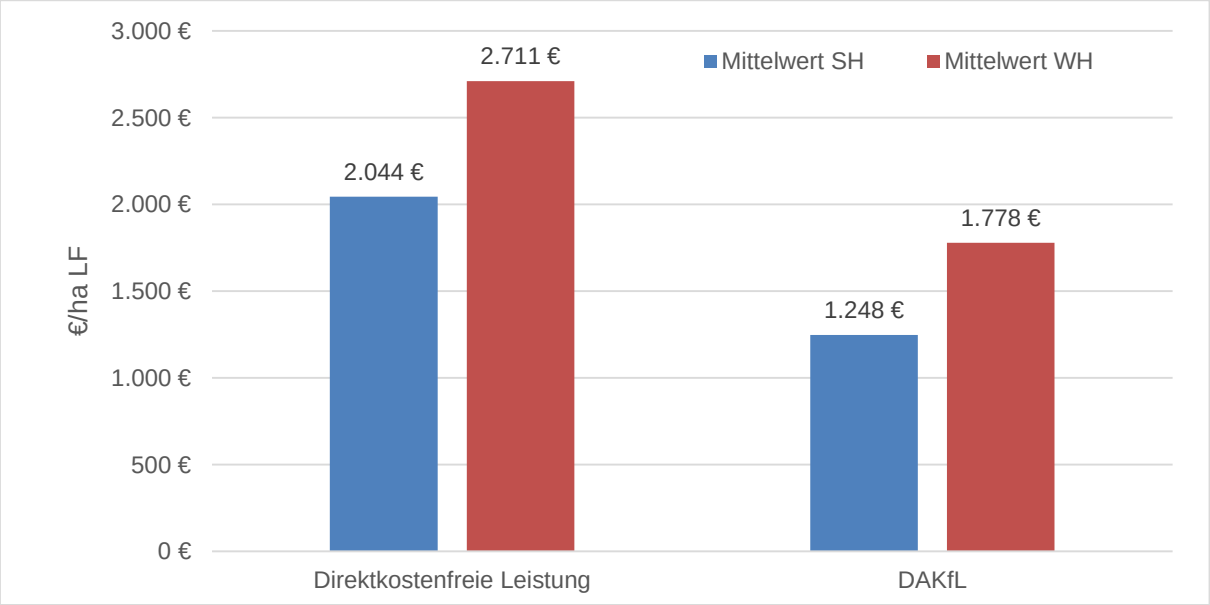

Abbildung 38: Mittlere Direktkostenfreie Leistung und DAKfL der Stall- und Weideherde in €/ha LF/Jahr

4.5.6 Reaktion auf verschiedene Preisszenarien

Im Folgenden werden die DAKfL pro Kuh und Jahr der Stall- und Weideherde verglichen, wenn ein Preisparameter verändert wird. Zunächst wurde für beide Varianten der Kraftfutterpreis um bis zu 20 % erhöht bzw. gesenkt. Die Veränderung der DAKfL ist in Abbildung 39 dargestellt. Der ursprüngliche Preis liegt, wie in Tabelle 15 beschrieben, bei 46 €/dt. Es zeigt sich, dass die DAKfL der Stallherde stärker auf eine Veränderung des Kraftfutterpreises reagieren. So sinken die DAKfL bei einer 10 % Erhöhung des Kraftfutterpreises um 109 € bei der Stallherde und bei der Weideherde hingegen nur um 33 €. Umgekehrt steigt bei einer 10 % Reduzierung des Kraftfutterpreises die DAKfL der Stallherde stärker an. Ab einem um ca. 5 % niedrigeren Kraftfutterpreis erzielt die Stallherde, bei Gleichbleiben der anderen Parameter, höhere DAKfL.

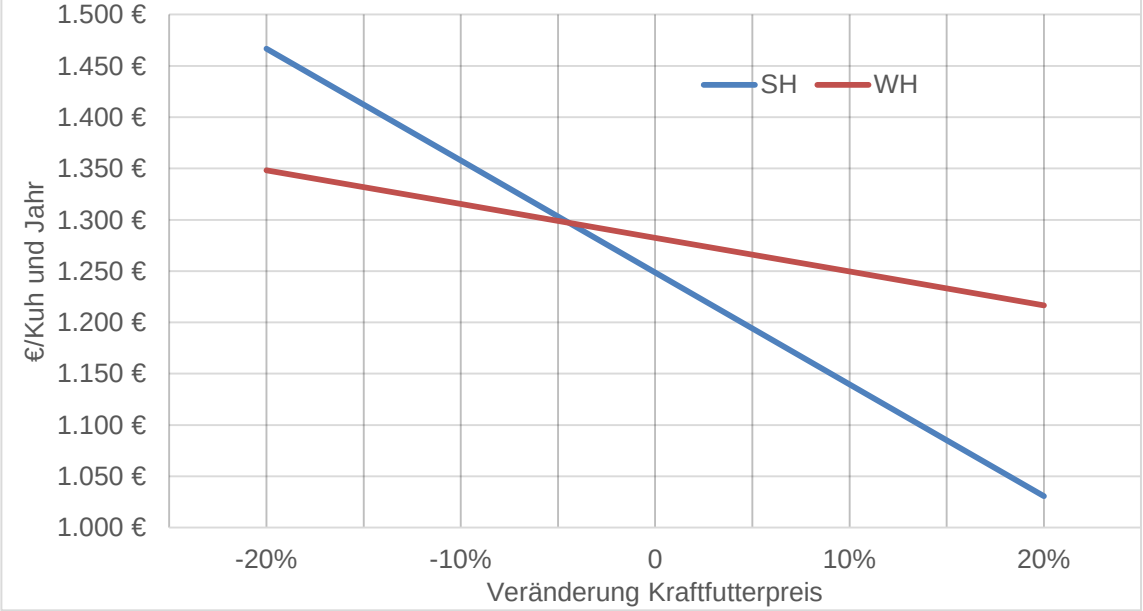

Abbildung 39: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Kraftfutterpreises (Basis (0): 46 €/dt.) in €/Kuh und Jahr

Betrachtet man, wie sich die DAKfL beider Varianten bei Veränderung des Milchpreises verhalten, so ergibt sich ein ähnliches Bild wie beim Kraftfutter. Die Stallherde weist eine höhere Preisvolatilität auf. So erhöhen sich die DAKfL der Stallherde, bei einer 10 % Erhöhung des Milchpreises um 454 €, wohingegen bei der Stallherde nur eine Erhöhung von 351 € verzeichnet werden kann. Die DAKfL der Stallherde sind ab einem ca. 3 % höheren Milchpreis höher als bei der Weideherde. Ein Vergleich beider Systeme, welcher sich bei einer Veränderung des angesetzten Milchpreises (Mittelwert 2014-17: 48,38 ct/kg ECM) in einem Bereich von 20 % nach oben bzw. unten ergibt, ist in der nachfolgenden Abbildung 40 dargestellt.

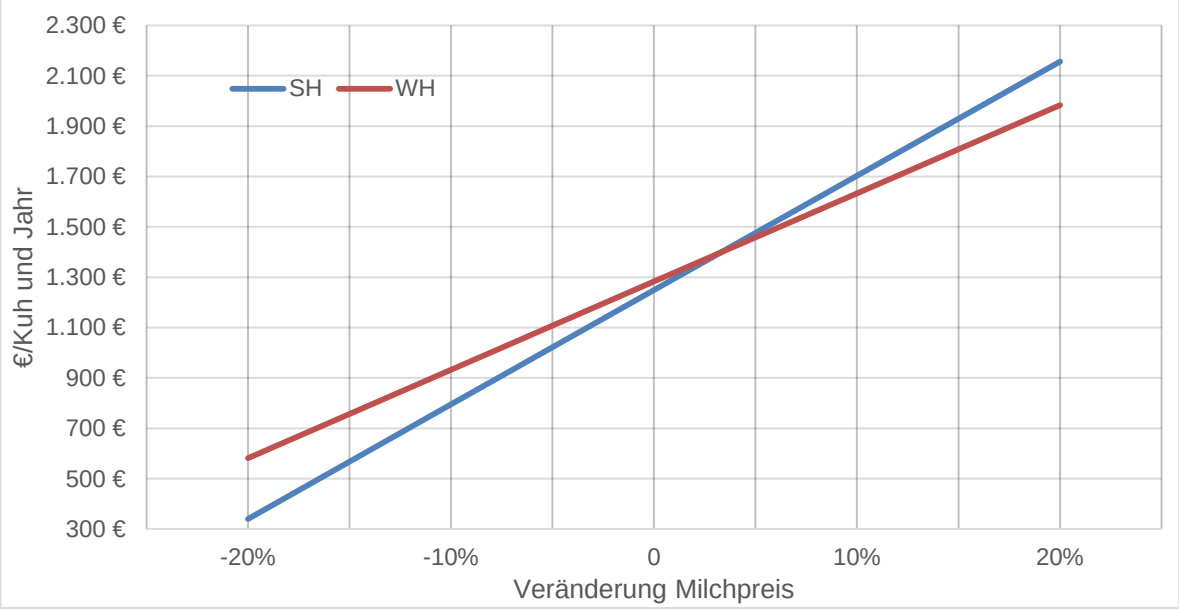

Abbildung 40: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Milchpreises (Basis (0): 48,4 ct/kg ECM) in €/Kuh und Jahr

Die DAKfL der beiden Varianten bewegen sich bei einer Veränderung des Lohnansatzes wie in Abbildung 41 dargestellt. Bei einer Erhöhung des Lohnansatzes von 10 %, also von 17,50 €/Akh auf 19,25 €/Akh, reduzieren sich die DAKfL der Stallherde um 76 € und die der Weideherde um 68 €.

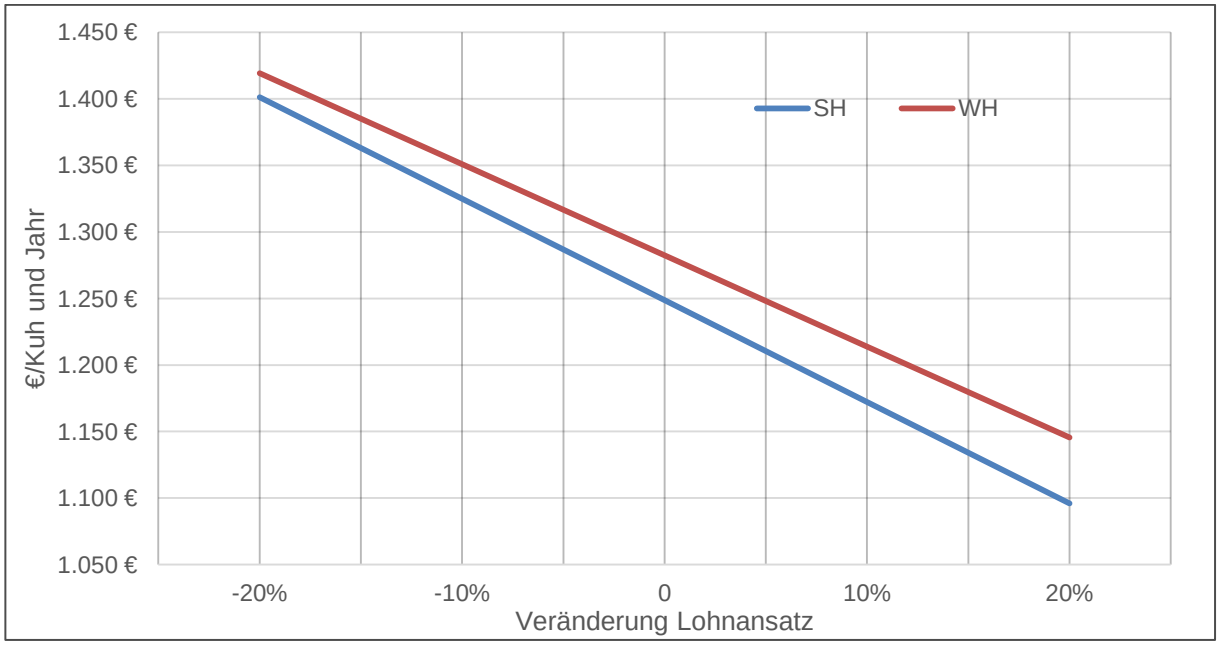

Abbildung 41: Mittlere DAKfL der Stall- und Weideherde bei Veränderung des Lohnansatzes (Basis (0): 17,50 €/Akh) in €/Kuh und Jahr

4.5.7 Diskussion

Betrachtet man die mittleren **Leistungen** der beiden Gruppen, so ist der größte Unterschied zwischen beiden Systemen der deutliche Unterschied in den Milcherlösen. Da die Milchmenge für ein Jahr erfasst wurde und mit dem Durchschnittsmilchpreis für denselben Zeitraum verrechnet wurde, haben die saisonalen Schwankungen der Milchmengen der Weideherde keinen Einfluss auf den Milcherlös. Der Grund für den ca. 1.000 € geringeren Milcherlös der Weideherde liegt an der um über 2.100 kg ECM pro Kuh und Jahr signifikant niedrigeren Milchleistung der Weideherde (vgl. Dietrich, 2018). Zu den selben Ergebnissen kamen bereits etliche vorangegangene Untersuchungen (Gazzarin et al., 2011; Blättler et al., 2015a, 2015b; Kiefer, 2014).

Die weiteren Punkte der Leistungen unterscheiden sich wesentlich geringer als der Milcherlös. Die Kälberlöse sind nahezu identisch und unterscheiden sich lediglich geringfügig aufgrund der Unterschiede der geborenen Kälber pro Kuh und Jahr, was sich auf die unterschiedlichen ZKZ der beiden Herden zurückführen lässt. Die Altkuherlöse sind bei der Weideherde deutlich höher als bei der Stallherde. Dieses Ergebnis konnten andere Versuche bestätigen. So hatte beispielsweise in der Auswertung aus der Schweiz von Gazzarin et al. (2011) die Stallherde ebenfalls einen geringeren Altkuherlös als die Weideherde. Die höheren Altkuherlöse der Weideherde können auf die höhere Remontierungsrate (SH: 20 %; WH: 30 %) zurückgeführt werden. Diese höhere Remontierungsrate der Weideherde kann zum Teil von der größeren Anzahl an Fortpflanzungsstörungen der Weideherde (Dietrich, 2018) abgeleitet werden.

Zusätzlich mussten viele Kühe der Weideherde aufgrund von Aborten im Jahr 2016 ersetzt werden (Dietrich, 2018). Vor allem die Aborte führten zu der sehr hohen Remontierungsrate der Weideherde 2015/16 und erhöhen somit die durchschnittliche Remontierungsrate deutlich. Bei der Weideherde ist aufgrund der systembedingten ZKZ von ca. 365 Tagen ein wesentlich engeres Zeitfenster zum Belegen der Tiere verfügbar. Somit müssen Kühe mit verzögerter Trächtigkeit bzw. Fruchtbarkeitsstörungen konsequent abgehen. Steinberger und Spiekers (2014) stellten bei der Auswertung von bayrischen Pilotbetrieben zur Vollweidehaltung mit Winterkalbung fest, dass sich die Fruchtbarkeit der Herden nach ca. 5 Jahren deutlich verbesserte, da Tiere mit Fruchtbarkeitsproblemen frühzeitig ausschieden. Da in dieser Arbeit die Umstellung auf Vollweide mit saisonaler Abkalbung erst 2012 erfolgte, kann die schlechtere Remontierungsrate noch aufgrund der Umstellungsphase vorliegen und sich längerfristig verbessern. Dies deutet auch die niedrige Remontierungsrate im letzten Versuchsjahr an (vgl. Dietrich, 2018).

Der Düngerwert befindet sich für beide Varianten auf einem ähnlichen Niveau. So fallen bei der Stallherde zwar die größeren Nährstoffmengen an, allerdings werden diese größeren Mengen durch das Wegfallen der Ausbring- und Lagerverluste auf der Weide bei der Weideherde wieder nahezu kompensiert. Insgesamt sind die Leistungen somit bei der Stallherde um ca. 900 € pro Kuh und Jahr höher als bei der Weideherde.

Betrachtet man die Leistungen bezogen auf die Milch, so erzielt die Weideherde mit 61,15 €/100 kg ECM ein besseres Ergebnis als die Stallherde mit 57,10 €/100 kg ECM. Wolfthaler et al. (2017) erzielten beim Vergleich von Vollweide und Stallhaltung unter österreichischen Bedingungen Ergebnisse in vergleichbarer Größenordnung, wobei die Differenz zwischen der Stallherde und Weideherde mit ca. 1,3 €/100 kg ECM bei dem österreichischen Versuch deutlich geringer als die mehr als 4 €/100 kg ECM in dieser Untersuchung ist. Der geringere Unterschied bei der Studie von Wolfthaler et al. (2017) lässt sich teilweise durch den höheren Wintermilchpreis in Österreich erklären, da von diesem vor allem die Stallhaltung mit ganzjähriger Abkalbung profitiert. Gazzarin et al. (2011) stellten ebenfalls einen höheren Gesamterlös pro kg ECM bei der Weidevariante fest. Betrachtet man das Verhältnis der einzelnen Leistungspunkte, so lässt sich erkennen, dass der Milcherlös geringer ins Gewicht fällt als bei der Stallherde. Somit sind für den Gesamterlös der Weideherde die Nebenleistungen (Altkuh, Kälber, etc.) ausschlagkräftiger. Die wachsende Bedeutung von Nebenerlösen bei Vollweidehaltung bestätigen vorangegangene Studien ebenfalls (Gazzarin et al., 2011; Kiefer, 2014; Wolfthaler, et al. 2017).

Vergleicht man die **Direktkosten** beider Varianten, so ist der deutlichste Unterschied die um fast 800 € pro Kuh und Jahr bzw. um ca. 5,5 ct/kg ECM geringeren Kraftfutterkosten der Weideherde. Die geringeren Kraftfutterkosten decken sich mit den anderen Ergebnissen der Literatur. Allerdings war der Unterschied der Kraftfutterkosten zwischen beiden Gruppen im Vergleich zu anderen Untersuchungen relativ groß. So verzeichnen Steinwidder et al. (2010b) bei österreichischen Vollweidebetrieben im Vergleich zu anderen ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben lediglich etwa 200 € geringere Kraftfutterkosten der Weideherde. Gazzarin et al. (2011) stellten bei der Untersuchung in der Schweiz einen Unterschied von ca. 4 CHF/100 kg ECM fest. Dieser Wert ist ebenfalls deutlich niedriger als die Differenz dieser Studie.

Allerdings waren bei diesen Untersuchungen niedrigere Kraftfutterpreise angesetzt worden bzw. die Differenz der Milchleistungen und Kraftfuttermengen zwischen den Gruppen war geringer. Vor allem bei der Stallherde zeigt sich, dass zumindest für die ökologische Milchproduktion ein sehr hoher Kraftfutterverbrauch, aber eben auch eine hohe Milchleistung erreicht wird. Vergleicht man die eingesetzten Kraftfuttermengen pro kg ECM, dann ergibt sich für die Stallherde (Durchschnitt 250 g KF/kg ECM) ein deutlich höherer Verbrauch als bei der Weideherde (100 g KF/kg ECM). Durch den höheren Kraftfutter-Einsatz der Stallherde wird Grobfutter verdrängt, was in einer deutlich höheren Grobfutterleistung der Weideherde resultiert (Pfister, 2018).

Die hohe Grobfutterleistung ist nach Kiefer et al. (2015) entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Weidehaltung. Somit waren die Grobfutterkosten pro Kuh und Jahr bei der Stallherde auch im Schnitt um mehr als 170 € höher. Dies liegt einerseits an der höheren Futteraufnahme der Stallherde aber auch an dem günstigeren Grobfutter der Weideherde aufgrund der Vollweide während der Vegetationsperiode. Die DAKfL pro 10 MJ NEL der Kurzrasenweide liegen mit durchschnittlich 0,12 € deutlich unter dem der Gras- und Maissilage (0,37 bzw. 0,27 €).

Ein weiterer nennenswerter Unterschied zwischen den beiden Varianten sind die um ca. 176 € höheren Remontierungskosten der Weideherde. Dieser höhere Kostenpunkt ist die Kehrseite der bereits beschriebenen höheren Altkuherlöse. Die Begründung für die höheren Remontierungskosten der Weideherde sind analog zu den der höheren Altkuherlöse und können im vorherigen Absatz nachgelesen werden. Bricht man die Remontierungskosten auf die produzierte Milch herunter, so hat die Weideherde mit durchschnittlich 7,3 €/100 kg ECM fast doppelt so hohe Kosten wie die Stallherde mit 3,8 €/100 kg ECM. Zu dem Ergebnis, dass bei Vollweide mit saisonaler Abkalbung so deutlich höhere Remontierungskosten anfallen, kommen andere Studien nicht. Bei der Untersuchung von Gazzarin et al. (2011) waren die Kosten für den Tierzukauf ebenfalls bei der Weideherde höher, allerdings nur um weniger als 10 %. In der Untersuchung von Steinwidder et al. (2010b) waren die Kosten der Vollweidebetriebe sogar niedriger als die der Vergleichsgruppe. Über die Ursachen für die höheren Remontierungskosten bzw. die größere Abgangsrate der Stallherde gibt die Arbeit von Dietrich (2018) Erklärungsansätze. Insgesamt fallen die Direktkosten der Weideherde somit um ca. 820 € pro Kuh und Jahr bzw. um 1,2 €/100 kg ECM geringer aus als die der Stallherde. Die niedrigeren Direktkosten bei Vollweidehaltung, auch in etwa derselben Größenordnung, bestätigen Studien von Wolfthaler et al. (2017), Uhlig et al. (2016) und Gazzarin et al. (2011).

Die **Direktkostenfreien Leistungen** der Weideherde waren, bezogen auf die Milchkuh, bei der Weideherde um ca. 110 € niedriger als bei der Stallherde. Die Einsparungen, die bei den Direktkosten vor allem beim Kraftfutter erzielt wurden, reichen demnach allein nicht aus, um die geringere Leistung zu kompensieren. Bei Wolfthaler et al. (2017) erzielten ebenfalls die Vollweidebetriebe geringere Direktkostenfreie Leistungen. Allerdings lag der Unterschied bei dieser österreichischen Untersuchung nur bei wenigen Euros zwischen den Weidebetrieben und der Vergleichsgruppe. Bezogen auf die Milch hat allerdings die Weideherde um mehr als 5 €/100 kg ECM bessere Direktkostenfreie Leistungen. Die etwa 5,5 €/100 kg ECM niedrigeren Kraftfutterkosten machen bei dieser Bewertungsgrundlage einen entscheidenden Unterschied aus. Bei der Untersuchung von Wolfthaler et al. (2017) zeigten die Vollweidebetriebe, bezogen

auf die Milch, ebenfalls höhere Direktkostenfreie Leistungen. Bei dieser Arbeit machen neben der Bestandsergänzung auch die Kraftfutterkosten einen Großteil des besseren Ergebnisses aus.

Die Einsparung der **Arbeitserledigungskosten** der Weideherde um ca. 140 € pro Kuh und Jahr im Vergleich zur Stallherde sind etwa zur Hälfte auf geringere variable Maschinenkosten zurückzuführen. Diese Einsparung ergibt sich aufgrund der fehlenden variablen Kosten der Futtervorlage während der Weidesaison. Weitere Einsparungen ergeben sich aufgrund des geringeren Lohnansatzes. Wie Durgiai et al. (2005) ebenfalls feststellten, konnte die Weideherde während der Weideperiode so viel Arbeitszeit im Stall einsparen (Füttern, Einstreuen, Boxenpflege, etc.), dass der Mehraufwand, der durch Weide- und Treibarbeiten entsteht, mehr als ausgeglichen wurde. Somit konnte die Weideherde mehr als 4 Akh/Kuh und Jahr gegenüber der Stallherde einsparen. Die Arbeits- und Managementvorteile der saisonalen Abkalbung z.B. bei den Rüstarbeiten bei den Kälbern oder der Brunsterkennung, wurden dabei noch nicht berücksichtigt. Vermutlich wurde in der Praxis durch diese Effekte weitere Arbeitszeit eingespart. Bezieht man die Arbeitserledigungskosten auf die erzeugte Milch, so schneidet die Stallherde um ca. 0,9 €/100 kg ECM besser ab. Aufgrund der deutlich geringeren Milchmenge der Weideherde fallen die Arbeitserledigungskosten wesentlich stärker ins Gewicht. Vor allem der Lohnansatz ist bei der Weideherde pro kg ECM deutlich höher als bei der Stallherde. Somit reicht die Kosteneinsparung, die auf Ebene der Kuh erzielt werden konnte, nicht aus, um die geringere Einzeltierleistung zu kompensieren. Uhlig et al. (2016) stellten bei ihrer Untersuchung ebenfalls fest, dass mit zunehmenden Weideumfang der Lohnansatz pro kg Milch stärker ansteigt, als die Maschinenkosten bei einer Ausdehnung des Weideanteils fallen. Somit zeigten hier ebenfalls die Betriebe mit hohem Weideumfang größere Arbeitserledigungskosten pro kg Milch. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012) konnte im Gegensatz zu dieser Arbeit eine Einsparung der Arbeitserledigungskosten pro kg Milch nach der Umstellungsphase bei Vollweide mit Blockabkalbung feststellen.

Die **DAKfL** pro Kuh und Jahr beider Varianten fallen in etwa gleich aus, wohingegen bei den für die Arbeit angenommen Preise die Weideherde bezogen auf die Kuh leicht besser abschneidet. Insgesamt erzielen beide Varianten ein sehr gutes Ergebnis. Vergleicht man die beiden Varianten dieser Arbeit mit den besten 25 % ökologischen Milchviehbetrieben aus dem Rinderreport Baden-Württemberg (2016), so schneidet sowohl die Stall- als auch die Weideherde überdurchschnittlich gut ab. Beim Vergleich in Hohenrain in der Schweiz schnitt sowohl bei der Auswertung von Höltschi (2016) als auch bei Gazzarin et al. (2011) die Weideherde besser als die Stallherde ab. Allerdings war Grundlage dieser Studie, dass beiden Versuchsherden gleich viel landwirtschaftliche Nutzfläche zur Verfügung steht (inkl. Schattenfläche für das Kraftfutter) und somit war die Fläche der begrenzende Faktor. Ebenso wurde nicht das Einzeltier, sondern die gesamten Herden verglichen. In dieser Arbeit zeigt sich, ebenso wie bei Höltschi (2016), Gazzarin et al. (2018) und Steinwidder et al. (2010b), dass unter Vollweide mit saisonaler Abkalbung Milch zu geringeren Kosten produziert werden kann. Die Weideherde hatte Direkt- und Arbeitserledigungskosten von 43,5 €/100 kg ECM, wohingegen die Stallherde bei 43,8 €/100 kg ECM lag.

Betrachtet man die DAKfL beider Herden bezogen auf die Hauptfutterfläche, so erzielt die Stallherde ein besseres Ergebnis. Bei dieser Betrachtung hat die Stallherde einen Vorteil, da sie

relativ viel Fläche in Form von Kraftfutter „zukaufen“ kann und somit eigene Futterfläche spart. Diese Art der Bewertung ist vor allem interessant, wenn der begrenzende Faktor eines Betriebes die Hauptfutterfläche ist. Es zeigt sich, dass hier die Stallherde bei Begrenzung dieses Faktors ökonomische Vorteile aufweist. Betrachtet man die DAKfL in Bezug auf die gesamte benötigte landwirtschaftlich genutzte Fläche, so hat die Weideherde ein deutlich höheres Ergebnis. Diese Betrachtung ist speziell für Betriebe interessant, welche ihre Futtermittel komplett oder weitestgehend selbst anbauen bzw. Wert auf eine geschlossene Kreislaufwirtschaft legen. Hier hat die Weideherde, sofern die landwirtschaftliche Fläche als limitierender Faktor gesehen wird, ökonomische Vorteile. Wie bereits beschrieben, erzielten beide Versuchsgruppen direkt auf die Kuh bezogen etwa gleich hohe DAKfL. Die DAKfL pro kg ECM der Weideherde lagen höher als die der Stallherde, da unter Vollweidebedingungen zu geringeren Kosten pro kg ECM produziert werden kann. Welches System ökonomische Vorteile für den Betrieb hat, hängt somit auch von der Situation des Betriebes bzw. den begrenzenden Faktoren ab.

Diese Arbeit hat sich mit den DAKfL der beiden Varianten beschäftigt. Allerdings kann eine weitere Betrachtung bis hin zu den Vollkosten durchaus weitere Unterschiede hervorbringen. Im Folgenden soll diskutiert werden, welche möglichen Faktoren, die über die DAKfL in dieser Arbeit hinausgehen, ökonomischen Einfluss mit sich bringen. Um Weidehaltung umsetzen zu können, müssen die Flächen eingezäunt sein. Dieses Einzäunen ist mit Investitionen verbunden, welche bei der Stallhaltung nicht anfallen. Ähnlich verhält es sich mit der Wasserversorgung in Form von Tränken auf der Weide. Auch hier sollte auf festinstallierte Tränken gesetzt werden, um Arbeitszeit einsparen zu können (vgl. Elsäßer et al., 2014). In dieser Arbeit wurde nur ein Lohnansatz für den Arbeitszeitbedarf für die Instandhaltung und Wartung von Zäunen und Tränken bewertet. Langfristig können mit Vollweide laut Gazzarin et al. (2018) Gebäudekosten eingespart werden. So ist beispielsweise geringerer Lagerraum für Futterkonserven nötig oder es kann Güllelagerraum eingespart werden. Ein weiterer Punkt sind die Maschinenkosten, welche bei Vollweidehaltung mittel- bis langfristig reduziert werden sollten (Stocker, 2005). So können beispielsweise, aufgrund der geringeren Fläche für die Konserven, kleinere Maschinen verwendet oder die Arbeit für die Futterkonservierung komplett ausgelagert werden. Ebenso verhält es sich mit der Gülleausbringung. Bei der Futtervorlage kann aufgrund der geringeren Auslastung von einer längeren Nutzungsdauer der Vorlagetechnik ausgegangen werden. Auf der Seite der Leistungen kommen auf Betriebsebene noch die Direktzahlungen bzw. Prämien hinzu. Diese beeinflussen das Ergebnis bei Vollweidehaltung stärker als bei Halbtagesweide (Kirchweger et al., 2013; Blättler et al., 2015a, Blättler et al., 2015b). Aufgrund der geringeren Leistungen der Weideherde machen die Direktzahlungen zusätzlich einen größeren Anteil am Gesamtergebnis aus. Somit ist die Weidehaltung abhängiger von Prämien.

Pfister (2018) beschreibt in seiner Arbeit, dass am Standort Kringell die Zuwachsraten und Zuwachskurven der Weide sich für jedes Einzeljahr des Versuchs deutlich unterscheiden und nur bedingt mit anderen Standorten bzw. Untersuchungen vergleichbar sind (vgl. Thomet et al., 2011). Betrachtet man nun mit diesem Hintergrund die DAKfL der einzelnen Jahre der Weideherde, erkennt man, dass auch hier deutlich größere Schwankungen als bei der Stallherde auftreten. Bei der Stallherde ist der Unterschied zwischen dem Versuchsjahr 2014/15 mit den höchsten DAKfL zu dem Versuchsjahr 2016/17 mit den niedrigsten DAKfL lediglich ca. 12 €/Kuh und Jahr. Bei der Weideherde schwanken die Ergebnisse der Jahre wesentlich stärker.

So besteht zwischen dem zweiten und dritten Versuchsjahr eine Differenz der DAKfL von 219 €/Kuh und Jahr.

5 Erkenntnisse aus dem Projekt

5.1 Bereich Leistungspotential, Flächeneffizienz und Jungviehaufzucht

- Die Vollweide mit Winterkalbung hat sich bewährt, da in diesem System ohne Beifütterung auf der Weide Milch aus Gras in erheblichen Mengen erzeugt werden kann.
- Die Kurzrasenweide ermöglichte tägliche Milchleistungen der Vollweideherde bis 25 kg und bestätigte damit frühere Ergebnisse von Steinberger et al. (2012b). Auf der anderen Seite zeigte sich jedoch auch, dass die Weide als naturnahe Haltungsform stärker als die alternative Stallfütterung den Umwelteinflüssen unterliegt. Die Aufwuchsverläufe zeigten erhebliche Unterschiede von Jahr zu Jahr.
- Es konnten in allen drei Versuchsjahren die Auswirkungen witterungsbedingter Wachstumsdepressionen auf die Entwicklung der Milchleistungen dokumentiert werden.
- Die Fett- und Eiweißgehalte sanken im Lauf der Vegetationsperiode bis Ende Juli ab um danach wieder bis zum Weideende über das Frühjahrsniveau hinaus anzusteigen.
- Über alle drei Versuchsjahre betrugen die Milchinhaltsstoffe im Mittel 4,0 % Fett bei 3,4 % Eiweiß. Die auffällig hohen Harnstoffgehalte über die Sommermonate deuten auf eine unausgeglichene Nährstoffversorgung mit einem starken Stickstoff-Überschuss hin.

- Im Vergleich der beiden Weidesysteme wies die Vollweideherde unter Berücksichtigung der Winterfütterung im Durchschnitt der Jahre mit 9.000 kg ECM pro Hektar die höheren Flächenleistungen auf. Die Ergebnisse zeigen, dass zur Bewertung der Produktivität neben der Milchleistung je Kuh und Jahr die erzeugte Milchmenge je ha Futterfläche unbedingt zu beachten ist. In der ökologischen Milcherzeugung ist trotz geringerer Leistung je Tier die Produktivität je Einheit Fläche höher.
- Als maßgeblich für die überlegene Produktivität stellten sich die geringeren Verluste bei Weide zu Silagenutzung, die bessere Grobfutterleistung sowie der restriktive Einsatz von Kraftfutter heraus.
- Die nutzbaren Futtererträge liegen in der Weide erheblich höher als auf den Ackerflächen. Dies führt dazu, dass trotz der geringeren Einzeltierleistungen pro ha genutzter Fläche das Vollweidesystem in der Milchleistung je ha überlegen ist.
- Problematisch erscheint die „Verwertung“ der Weide bei stundeweisem Weidegang, da in der vorliegenden Untersuchung rechnerisch durch „Luxuskonsum“ keine Leistung resultierte. Hier gilt es die Systeme zu verbessern.
- Die Kurzrasenweide bietet aufgrund der Energieerträge je Hektar sowie der geringen Weideverluste auch unter den Bedingungen des Bayerischen Waldes eine ideale Grundlage für die effiziente Nutzung des Grünlands.

- Die Jungviehaufzucht auf der Kurzrasenweide erreichte in zwei von drei Jahren nicht die angestrebten Ergebnisse früherer Untersuchungen von durchschnittlich 800 g Tageszunahmen. Neben der Überkonditionierung zum Weideaustrieb beeinflussen Besatzstärke, Witterung und Management signifikant die Entwicklung. Das letzte Versuchsjahr ließ jedoch aufgrund des hohen Futterangebots mit durchschnittlich 793 g täglichen Zunahmen das Potential der Kurzrasenweide erkennen.

- Auffällig war die gute Adaption der 3 bis 4 Monate alten Kälber an die Weide und die im Verhältnis überdurchschnittlichen Zunahmen im ersten Weidejahr, was für eine frühe Gewöhnung der Kälber an den Weidegang spricht.

- Hinsichtlich weiterführender Forschung sollten die Phosphorgehalte im Aufwuchs der Kurzrasenweide weiter untersucht werden, da die Gehalte im Vergleich zu früheren Untersuchungen auffällig hoch waren. Die Frage der Analytik sollte hierbei auch betrachtet werden.
- Für trockenheitsgefährdete Standorte könnte zudem die Beweidung von Zwischenfrüchten bzw. Ackerkulturen in Zeiten mit geringem Futterangebot eine attraktive Alternative zur Zufütterung darstellen.
- Der Verlauf des Versuchs hat außerdem gezeigt, wie wichtig das laufende Controlling und wie hoch der Bedarf hinsichtlich einer kompetenten Beratung zur Weidehaltung ist.

5.2 Bereich Fruchtbarkeit und Tiergesundheit

- Obgleich die Annahme, die auch teilweise in der Literatur wiederzufinden ist, bestand, dass auf Vollweide gehaltene Kühe grundsätzlich robuster, vitaler und fertiler sind, konnte in dieser Arbeit ein erhebliches Maß an verschiedenen Erkrankungen auf der Seite der Weideherde verzeichnet werden.
- Trotz Fortschritte im Bereich der Fütterung und auf dem Gebiet der Veterinärmedizin bleiben Zystenprobleme im Reproduktionsmanagement von immenser ökonomischer Relevanz.
- Nicht nur der Umstand, dass solche Fruchtbarkeitsstörungen meist faktorenbedingt sind, auch der schleichende Entwicklungsprozess, bei dem die Ursache Wochen oder Monate zurückliegen kann, macht eine frühzeitige Erkennung und Behandlung meist schwierig.

- Wie die Untersuchungen zeigten, gilt es v. a. bei einer Herde im Laufstall mit Weidezugang ein fehlerfreies Trockenstehermanagement zu etablieren und eine optimale Kondition der Tiere zu neuralgischen Punkten sicherzustellen. Bei einer auf Vollweide gehaltenen Herde mit Blockabkalbung muss die Klauengesundheit mit an vorderster Stelle stehen, um eine uneingeschränkte Futteraufnahme gewährleisten zu können. Auch hier ist eine angepasste Körperkondition um die Kalbung und im Spätsommer wichtig.

- Die unterschiedlichen Auswirkungen eines High-Input und eines Low-Input-Systems auf die Milchleistung konnten beeindruckend und erwartungsgemäß dargestellt werden. Es hat sich ebenfalls gezeigt, dass nach Etablierung des jeweiligen Systems, sichtbare Leistungssteigerungen möglich sind.
- Eine ökologisch geführte Herde im Laufstall mit Weidezugang kann ökonomisch betrachtet die größere Marktleistung erzielen. Jedoch müssen im Vergleich zu einer Weidehaltung während der Vegetationsperiode, wesentlich mehr Aufwendungen getätigt werden. Nichts desto trotz bleibt ein erfolgreich geführtes Vollweidesystem managementintensiver, v. a. im Hinblick auf Fertilität und Reproduktion der Tiere ist erhebliches Knowhow notwendig. Eine Kalbung im Dezember erleichtert das erforderliche Management.

5.3 Bereich Ökonomik

- Die Leistungen der Stallherde waren vor allem aufgrund der wesentlich höheren Milchmengen deutlich höher als die der Weideherde. Dagegen kann die Vollweidehaltung zu niedrigeren Kosten Milch produzieren. Die Direktkosten im Vollweidesystem fallen hauptsächlich wegen der deutlich niedrigeren Futterkosten (v.a. Kraftfutter, aber auch Grobfutter) geringer aus.
- Die Arbeitserledigungskosten pro Kuh fallen bei der Weideherde ebenfalls geringer aus. Allerdings sind die Unterschiede nicht so deutlich ausgeprägt wie bei den Direktkosten.

- Insgesamt sind die Kosteneinsparungen der Weideherde in etwa gleich hoch wie die Mehrleistung der Stallherde. Damit ergeben sich in etwa gleich hohe DAKfL pro Kuh und Jahr. Die Schwankungen der DAKfL zwischen den Einzeljahren waren bei der Weideherde allerdings deutlich ausgeprägter (starker Witterungseinfluss auf die Ertragsleistung der Weide!).
- Die Stallherde hat die höheren DAKfL, wenn nur die Hauptfutterfläche (HFF) als Bezugsbasis gewählt wird. Bezieht man die DAKfL auf die produzierte Milch oder auf den gesamten Flächenbedarf (inkl. der Schattenflächen für die Kraftfutterproduktion), erzielt die Weideherde das bessere Ergebnis.

- Bei der Betrachtung unterschiedlicher Preisszenarien des Kraftfutter- und Milchpreises, zeigt sich, dass die DAKfL der Weideherde unempfindlicher gegenüber Preisschwankungen reagiert. So sinken die DAKfL der Stallherde bei einer Erhöhung des Kraftfutterpreises bzw. Senkung des Milchpreises deutlicher stärker ab. Speziell bei relativ hohen Kraftfutterpreisen und/oder niedrigen Milchpreisen kann dies in Zukunft ein Wettbewerbsvorteil mit sich bringen. Im Gegenzug kann die Stallherde bei steigenden Milchpreisen deutlich mehr profitieren.

- Welches System in der Praxis mehr wirtschaftlichen Erfolg bringt, hängt noch von weiteren Faktoren ab. So müssen für die erfolgreiche Umsetzung von Vollweide zunächst die grundlegenden Voraussetzungen für (Voll-)Weidehaltung erfüllt und die Bereitschaft für Weidehaltung beim Landwirt vorhanden sein. Für die Ermittlung des passenden Produktionssystems ist neben der erwarteten Marktentwicklung (Milch- und Kraftfutterpreise) auch die Bestimmung des limitierenden Produktionsfaktors auf Betriebsebene (Fläche, Stallplätze oder Arbeit) und somit die Wahl der richtigen Bezugsbasis entscheidend. Welches System auf dem jeweiligen Betrieb Vorzüge bietet, muss daher immer im Einzelfall genau geprüft werden.

6 Wissenstransfer

Der unmittelbare Wissenstransfer aus dem Versuch in die landwirtschaftliche Praxis wie auch in die allgemeine Öffentlichkeit stand von Beginn an als eines der Kernelemente des Projektes im Fokus. Das LFVZ Kringell wurde deshalb auch ganz bewusst als Versuchsstandort ausgewählt, da sowohl durch die überbetriebliche Ausbildung der Landwirtschaftsschüler und Studierenden der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie der TU München wie auch durch diverse Kursangebote der bereits bestehenden Ökoakademie Kringell ein breites Spektrum an Weideinteressierten angesprochen werden konnte. Vor allem die Schüler und Studierenden konnten in den Tierhaltungskursen vor Ort in Theorie und Praxis direkt die Unterschiede zwischen den beiden Systemen erleben, aber auch kritisch hinterfragen und mit den Experten vor Ort diskutieren. Die Erkenntnisse aus dem Projekt wie auch die Weidewirtschaft an sich werden weiterhin fester Bestandteil der Ausbildung am LVFZ Kringell bleiben und somit die „Weideschule“ auch in Zukunft begreifbar machen.

Vorträge und Führungen, die über die o.g. Einbindung des Projektes in den Fachunterricht durchgeführt wurden sind nachfolgend aufgelistet:

Tabelle 19: Vorträge und Führungen im Rahmen der Weideschule Kringell

Name	**Thema/Titel**	**Veranstalter, Zielgruppe**	**Ort, Datum**
Steinberger, S.	Vollweide mit Winterkalbung	BIO Austria, Berater, Landwirte	LVFZ Kringell, 4.2.2015
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung	LfL, Studenten, Fachschüler	15.03.2016, Kringell
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung	FüAk, Beratungskräfte, Fachlehrer	7.06.2016, Kringell
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung	LfL, Bedienstete der Landesanstalten	5.07.2016, Kringell
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung; erste Zwischenergebnisse - Weiderundgang	AELF/LfL, Landwirte	11.09.2016, Untergriesbach
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung; Betriebs- und Weiderundgang	LfL, Öko-Bila - Schüler	13.09.2016, Kringell
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung; erste Zwischenergebnisse - Betriebs- und Weiderundgang	Naturland, Landwirte	15.12.2016, Kringell
Weindl, P.	Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung	FüAk, Anwär-ter/Referendare	12.07.2017, Kringell

Darüber hinaus fand die Weideschule große Beachtung beim Tag der offenen Tür des LVFZ Kringell im Mai 2017.

Zudem wurde in Kooperation mit dem Naturland-Verband und dem Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz eine Ein-Tages-Exkursion mit dem Thema „Ökologische Weidewirtschaft in Kombination mit automatischen Melksystemen“ nach Südostbayern durchgeführt.

Ferner fanden die Inhalte Eingang in die akademische Ausbildung an HSWT, TUM und über Gastvorlesungen an der CAU und der Universität Hohenheim.

Bisherige Veröffentlichungen

Weindl, P., Krenn, S., Steinberger, S., Spiekers, H. (2016): Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung Kringell – Untersuchungen zur effizienten und nachhaltigen Erzeugung von Milch und Fleisch aus Weide im Ökobetrieb im Bayerischen Wald - Projektvorstellung: LfL-Jahrestagung und **29**. Allgäuer Grünlandtag 2016 „Chancen der Weide mit Rindern nutzen“ LfL-Schriftenreihe **5**/2016, 110-112.

Hofmann, M., Heindl, M., Grubhofer, M., Spiekers, H. (2016): Systemvergleich ökologische Milchviehhaltung Kringell - Auswirkungen der Kurzrasenweide auf Pflanzenwachstum und Vegetation - erste Ergebnisse aus 2015. LfL-Schriftenreihe, 5, 107-109.

Hofmann, M., Heindl, M., Grubhofer, M., Steinberger, S., Krenn, S., Spiekers, H. (2017): Produktivität, Narbendichte, und Vegetation einer Kurzrasenweide. Ökologischen Landbau weiterdenken, Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Tagungsband 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 230 – 231.

Spiekers, H., Steinberger, S., Weindl, P. (2017): Chancen und Grenzen der Weidehaltung. Milchpraxis, 1, 58 – 61.

Weitere Veröffentlichungen zu den Versuchsergebnissen auf einschlägigen Kongressen/Tagungen sowie in den Printmedien sind in Bearbeitung.

Ferner ist die Einbindung der Ergebnisse in die Aus- und Fortbildung der Beratungskräfte der Verbundpartner und der Fachlehrkräfte vorgesehen. Aus den Ergebnissen zur Ökonomie sollen zudem Empfehlungen zur Betriebsberatung abgeleitet werden.

Abschlussarbeiten an Universitäten und Hochschulen

Heindl, Michael (2015): Wachstumsvermögen und Vegetationszusammensetzung einer Kurzrasenweide im ökologischen Landbau. Bachelorarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Gutachterin: Prof. Dr. Martina Hofmann.

Stockbauer, Jeanette (2016): Vergleich von Weideleistung auf Vollweide und saisonaler Abkalbung mit stundenweiser Weide und Ganzjahresabkalbung. Masterarbeit an der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers, Zweitgutachter: Prof. Dr. Wilhelm Windisch.

Pfister, Benedikt (2018): Vergleich von zwei unterschiedlich intensiven Weidesystemen in der Milchviehhaltung. Masterarbeit an der Universität Hohenheim, Fachgebiet Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Markus Rodehutscord, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Dietrich, Johannes (2018): Vergleichende Untersuchungen zur Fruchtbarkeitsleistung und Tiergesundheit aus Kurzrasenweide im ökologischen Milchviehbetrieb. Masterarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Erstgutachterin: Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Vögel, Tobias (2018): Empirische Untersuchungen zur Ökonomie von Milchkühen unter Voll- und Halbtagsweidehaltung im ökologischen Milchviehbetrieb. Masterarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Erstgutachter: Prof. Dr. Martin Spreidler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

7 Ausblick „Weideschule Kringell“

Die Weideschule Kringell soll auch zukünftig weitergeführt werden und eine Plattform für weideinteressierte Landwirte aber auch für die kompetente Begleitung bereits „weidender“ Betriebe bilden. Hierfür wird die Weidehaltung am Standort Kringell weiterhin intensiv und gut dokumentiert betrieben und bildet somit das Fundament für die praxisnahe Einbindung der Weide in den Unterricht. Neue Erkenntnisse zur Weide sollen auf den zur Verfügung stehenden Flächen (Milchkühe, Jungvieh, Weideochsen) konsequent umgesetzt, veranschaulicht und bewertet werden.

Als Ergänzung zur routinemäßigen Weidewirtschaft wird auch weiterhin versucht, Gelder für relevante Forschungsprojekte zur Weide zu akquirieren und neues Wissen direkt vor Ort zu generieren.

Darüber hinaus können Exkursionen das Angebot der Weideschule erweitern und die Bekanntheit und Attraktivität zusätzlich steigern.

Die im Projekt entstandene enge Kooperation mit den Kollegen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf soll fortgesetzt und die Einbindung - speziell der Studierenden der neuen Studienrichtung Ökologische Landwirtschaft - intensiviert werden. Denkbar wäre hier, neben der Anfertigung von Abschlussarbeiten, gemeinsame Intensivkurse von LfL und HSWT zur Weidewirtschaft.

8 Danksagung

Abschließend ist es uns ein besonderes Anliegen sich bei allen zu bedanken, die an der erfolgreichen Realisierung und Umsetzung des Projektes beteiligt waren:

An erster Stelle ist hierbei das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zu nennen, ohne deren finanzielle Unterstützung das Projekt im Rahmen von BioRegio 2020 nicht zu realisieren gewesen wäre. Zudem möchten wir uns an der Stelle für die stetige Bereitschaft bedanken, dass auch in den schwierigen Phasen des Projektes mit zweimaligen Personalwechsel in drei Jahren immer das notwendige Vertrauen in den erfolgreichen Abschluss bestand und gemeinsam versucht wurde, die neuen Herausforderungen bestmöglich zu meistern.

Des Weiteren dürfen wir uns sehr herzlich bei den Kollegen am LVFZ Kringell bedanken, besonders bei Hr. Sebastian Krenn, der als Techniker im Projekt ab dem 2. Versuchsjahr maßgeblich an der Bewältigung des nicht unerheblichen Arbeitspensums mitgeholfen hat und mit viel Sachverstand und Arbeitseinsatz die routinemäßige Datenerhebung gesichert hat. Zudem sei auch Hr. LD Johann Blöchinger gedankt, der als Leiter des LVFZ stets bemüht war, Probleme aus dem Weg zu räumen, notwendige Ressourcen zur Verfügung zu stellen und bei keiner Betriebsführung vergas, auf das Projekt hinzuweisen. Auch Hr. Christian Ofenbeck hatte als Verantwortlicher für den Kuhstall in Kringell stets ein offenes Ohr für die Probleme der Projektmitarbeiter und half, diese nach Möglichkeit umgehend zu beseitigen. Zusammen mit Fr. Katrin Jodlbauer und Hr. Markus Seibold war er als Fachlehrer auch maßgeblich am Wissenstransfer vor Ort während der Projektlaufzeit beteiligt. Hr. Karsten Böker kann man ebenfalls nicht genug danken für die Organisation der Futterernten, der Erfassung der Erntemengen und die vielen Kleinigkeiten, von der Hilfe beim Rinderwiegen bis hin zur Datenbeschaffung. Abschließend sei noch allen weiteren am Projekt beteiligten Mitarbeitern in Kringell gedankt, die zu einem Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Ausserdem gilt unser Dank auch noch den Kollegen der anderen beteiligten Institute. Beim Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz sind dies namentlich Hr. Dr. Klaus Wiesinger und Fr. Sabine Obermaier, die uns bei der Organisation der Exkursion und der Etablierung der Weideschule Kringell maßgeblich unterstützt haben. Und bei der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen in Grub ist stellvertretend für alle fleißigen Kolleginnen und Kollegen Herrn Dr. Manfred Schuster gedankt für die Analyse der über 250 Proben aus diesem Projekt.

Last but not least der Dank an die beteiligten Kooperationspartner der Universitäten und Hochschulen für die Betreuung der Master- und Bachelorarbeiten sowie natürlich auch die Studierenden, insbesondere Hr. Johannes Dietrich, Hr. Benedikt Pfister und Hr. Tobias Vögel, die im letzten Versuchsjahr mit viel Engagement etliche Stunden in Kringell mit der Datenaufbereitung verbrachten und am Erfolg des Projektes und der Erstellung des Schlussberichtes überproportionalen Anteil hatten. Vielen Dank!

9 Literaturverzeichnis

Agrarmeteorologie Bayern (2018). Online verfügbar unter http://www.wetter-by.de/Internet/AM/NotesBAM.nsf/bamweb/4678c626389b1f9ac1257393002dac5c?OpenDocument&TableRow=3.6#3., zuletzt aktualisiert am 11.08.2018.

Baur, I., Dobricki, M., Lips, M. (2010): Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie. Agrarforschung Schweiz (9), S. 326–333.

Bayerische Landesamt für Statistik (2017): Drei von vier landwirtschaftlichen Betrieben pachten Flächen. Pachtpreise in Bayern steigen weiter an. Fürth. Pressesprecher: Gunnar Loibl, Bayerisches Landesamt für Statistik Nürnberger Str. 95 90762 Fürth. Online verfügbar unter https://www.statistik.bayern.de/presse/archiv/142_2017.php, zuletzt geprüft am 13.09.2018.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2009): Vollweide mit Winterkalbung – Erfahrungen aus Bayern. in: Tagungsband „Internationale Weidetagung 2009“, LfL Schriftenreihe 8/2009.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012): Vollweide mit Winterkalbung. LfL-Schriftenreihe 5/2012, zuletzt geprüft am 11.07.2018.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016): Kurzrasenweide, Futtermenge und –qualität durch konstante Aufwuchshöhe sicher. LfL-Information, 5. Unveränderte Auflage, 6 Seiten

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2018a): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Gelbes Heft. LfL-Information. Unter Mitarbeit von Matthias Wendland, Michael Diepolder, Konrad Offenberger und Sven Raschbach. Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Freising-Weihenstephan.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2018b): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Internet Deckungsbeitragsrechner. Online verfügbar unter https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html, zuletzt geprüft am 16.08.2018.

Blättler, T., Durgiai, B., Knapp, L., Haller, T. (2015a): Projekt Optimilch. Wirtschaftlichkeit der Hochleistungsstrategie–Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), S. 346–353.

Blättler, T., Durgiai, B., Knapp, L., Haller, T. (2015b): Projekt Optimilch. Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie–Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), S. 354–362.

Braun-Blanquet, J. (1951): Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. 2. Auflage. Springer-Verlag, Wien.

Buchgraber, K., Gindl, G. (2004): Zeitgemässe Grünlandbewirtschaftung. 2., völlig neu bearb. Aufl. Graz: Stocker (Praxisbuch).

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) (2018): Milch und Milcherzeugnisse. Daten und Berichte für Deutschland. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Milch-Milcherzeugnisse/milch-milcherzeugnisse_node.html;jsessionid=D235F54B29FC107C41564C0FF21B4E8A.2_cid325#doc8985378bodyText2, zuletzt geprüft am 15.08.2018.

Campell, A. (1966): Grazed pasture parameters – 2. Pasture dry-matter use in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows, The Journal of Agricultural Science 67, S. 211-216.

Choi, Y., Han, I., Woo, J., Lee, H., Jang, K., Myung, K., Kim, Y. (1997): Compensatory Growth in Dairy Heifers: The Effect of a Compensatory Growth Pattern on Growth Rate and Lactation Performance, Journal of Dairy Science 80, S. 519-524.

DairyNZ (2015): Feed requirements for grazing dairy heifers, www.dairynz.co.nz/media/3038271/feed-requirements-for-grazing-dairy-heifers-3-21-web.pdf, DairyNZ, farmfact (3-21), zuletzt aufgerufen 10.02.2018.

DairyNZ (2016b): Weighing Systems for Heifers, www.dairynz.co.nz/media/5788828/heifer-factsheet-71.pdf, zuletzt aufgerufen 10.02.2018.

Dietrich, J. (2018): Vergleichende Untersuchungen zur Fruchtbarkeitsleistung und Tiergesundheit aus Kurzrasenweide im ökologischen Milchviehbetrieb. Masterarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Erstgutachterin: Prof. Dr. Dr. Eva Zeiler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Dillon, P. (2007): Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. Frontis, S. 1–26.

DLG (2004): Die neue Betriebszweigabrechnung. Ein Leitfaden für die Praxis. Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMVEL-Jahresabschlusses. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft. 2., vollst. überarb. Neuaufl. Frankfurt am Main: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft.

DLG (2008) Kälber und Jungrinderaufzucht: Grundstein erfolgreicher Milcherzeugung, DLG-Verlag, Frankfurt a. M., Band 203.

Dorfner, G., Hofmann, G. (2016): Milchreport Bayern 2016. Ergebnisse der Betriebszweigabrechung Milchproduktion 2015/16. LfL-Information: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

Durgiai, B., Blätter, T., Müller, R. (2005): Angepasste Vollweidehaltung–Ökonomie und Mensch. in: Grenzen und Möglichkeiten der Milchproduktion bei Vollweidehaltung, S. 35–37. Schweizerische Hochschule.

Eisenhardt, S., Pries, M., Berendonk, C., Verhoeven, A., Hoppe, S (2016): Hohe Tageszunahmen bei Kälbern und Jungrindern auf der Kurzrasenweide, www.oekoland-bau.nrw.de/fachinfo/tierhaltung/rinder/2016/hohe-tageszunahmen-bei-kaelbern-und-jungrindern-auf-kurzrasenweide/, zuletzt aufgerufen 15.03.2018.

Elsäßer, M., Jilg, T., Thumm, U. (2014): Weidewirtschaft mit Profit. Neue Perspektiven für Milchkuhhalter. Frankfurt am Main: DLG Verlag (AgrarPraxis kompakt).

Ettle, T., Becher, V., Obermaier, A., Spiekers, H. (2011): Einfluss der Fütterungsintensität in der Jungrinderaufzucht auf die Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung bei Fleckvieh und Braunvieh (Brown Swiss). in: Tagungsband „Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung“, 06./07.04.2011; Fulda.

Finneran, E., Crosson, P., O'Kiely, P., Shalloo, L., Forristal, D., Wallace, M. (2010): Simulation

modelling of the cost of producing and utilising feeds for ruminants on Irish farms. In: Journal of Farm Management 14 (2), S. 95–116.

Gazzarin, C., Frey, H-J., Petermann, R., Höltschi, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? In: Agrarforschung Schweiz 2 (9), S. 418–423.

Gazzarin, C., Haas, T., Hofstetter, P., Höltschi, M. (2018): Milchproduktion: Frischgras mit wenig Kraftfutter zahlt sich aus. Serie Systemvergleich Hohenrain II. Agrarforschung Schweiz 2018 (9 (5)), S. 148–155, zuletzt geprüft am 05.09.2018.

Häusler, J., Velik, M., Steinwidder, A., Gasteiner, J., Resch, R., Eingang, D. (2006): Systemvergleich Kurzrasenweide - Koppelweide. In: Endbericht, Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Österreich.

Hofstetter, P., Frey, H.-J., Petermann, R., Gut, W., Herzog, L., Kunz, P. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistungen und Effizienz. Sonderdruck Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. In: Agr forschung schweiz (9), S. 402–411.

Höltschi, M. (2016): Stall versus Weide. Systemvergleich zur Arbeits- und Betriebswirtschaft. 2008 - 2010 Ergebnisse. in: Chancen der Weide mit Rindern nutzen: Vom Intensiv- Grünland bis zur Berglandwirtschaft. LfL-Jahrestagung und 29. Grünlandtag. Tagungsband, LfL-Schriftenreihe 5/2016, S. 20–37.

Horn, M., Steinwidder, 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 – 146.

Hüttel, S., Bürger, R., Stark, M., Kaufmann, O., Irrgang, N., Seifert, D. (2018): Ökonomische, ökologische und Tierwohlaspekte der Weidehaltung von Hochleistungskühen. Pasture usage for dairy cows: economic, ecological and issues of animal welfare. Abschlussbericht zum Projekt 2812NA009. Humboldt-Universität zu Berlin,. Lebenswissenschaftliche Fakultät Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar-und Gartenbauwissenschaften.

Kiefer, L. (2010): Produktionstechnische und ökonomische Betrachtungen von Milchviehbetrieben mit Weidehaltung in unterschiedlichen Regionen Baden-Württembergs, Masterarbeit Universität Hohenheim.

Kiefer, L. (2014): Gesamtbetriebliche Analyse von Weidebetrieben und Weidesystemen in der Milchviehhaltung in unterschiedlichen Regionen Süddeutschlands. Dissertaion. Kommunikations-, Informations- und Medienzentrum der Universität Hohenheim, Hohenheim. Landwirtschaftliche Betriebslehre. Online verfügbar unter http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2014/1010.

Kiefer, L., Bahrs, E., Over, R. (2014a): Die Vorzüglichkeit der Grünlandnutzung in der Milchproduktion. Potentielle Vorteile der Vollweidehaltung. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialwissenschaften des Landbaues 49, S. 173–184.

Kiefer, L., Bahrs, E., Over, R. (2014b): Wann ist Weidemilch wettbewerbsfähig? Die Weidemilch-Erzeugung kann auch in Süddeutschland lukrativ sein. Das zeigt ein Vergleich von 81 Weidebetrieben aus Baden-Württemberg, Bayern und Hessen. Top Agrar 2014 (8), R10-R13.

Kiefer, L., Over, R., Bahrs, E. (2015): Weniger (Kraftfutter) ist manchmal mehr (Gewinn) – ein Plädoyer für hohe Grundfutterleistungen in der ökologischen Milchproduktion. In: 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (17.), S. 409–412.

Kirchweger, S., Eder, M., Kantelhardt, J. (2013): Erfolgreiche Strategien in der (Bio)-Milchproduktion: Eine empirische Analyse. 41. Jahrestagung der Schweizer Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie & 23. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie. In: Grenzen der Qualitätsstrategie im Agrarsektor, S. 99.

Kirner, L. (2007): Milchproduktion international: Wo steht Österreich? Teil II: Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe. In: Der fortschrittliche Landwirt (7/2007), S. 12–13.

Kirner, L. (2009): Vollweide in der Bio-Milchviehhaltung aus ökonomischer Sichtweise am Beispiel Österreichs. In: Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (Band 2), S. 250–253.

Kirner, L. (2012): Wettbewerbsfähigkeit von Vollweidesystemen in der Milchproduktion im alpinen Grünland Österreichs. Competitiveness of low-input dairy grazing systems in alpine regions in Austria. Die Bodenkultur 63 (2-3), S. 17–27.

Köhler, B., Thurner, S., Diepolder, M., Spiekers, H. (2014): Effiziente Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung in Futterbaubetrieben. LfL Schriftenreihe 5/2014. 141 Seiten

Köhler, B., Spiekers, H., Taube, F., Kluß, C. (2017): Leistungen vom Grünland im Futterbaubetrieb - Analyse auf Betriebsebene unter bayerischen Standortbedingungen. In: Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 95 (1). DOI: 10.12767/buel.v95i1.138.

KTBL (2016): Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/17. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 25. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

KTBL (2017): Ökologischer Landbau. Daten für die Betriebsplanung im ökologischen Landbau. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 2. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V (KTBL).

Leisen, E. (2015): Weideperiode 2014 in ausgewählten ÖkoMilchviehbetrieben Mitteleuropas. Informationen für Beratung und Praxis. 1. Aufl. Bonn. Online verfügbar unter https://www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Forschung/Ergebnisse/Broschuere-Weideperiode-2014.pdf, zuletzt geprüft am 05.08.2018.

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. In: Animal 5 (5), S. 784–794.

O´Grady, L., Doherty, M., Mulligan, F. (2007): Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows, The Veterinary Journal 176, S. 44-49.

Pfister, B. (2018): Vergleich von zwei unterschiedlich intensiven Weidesystemen in der Milchviehhaltung. Masterarbeit an der Universität Hohenheim, Fachgebiet Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Markus Rodehutscord, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Preißinger, W., Obermaier, A., Söldner, K., Steinhöfel, O. (2008): Biertreber. Futterwert,

Konservierung und erfolgreicher Einsatz beim Wiederkäuer. LfL-Information. 1. Auflage. Freising. Online verfügbar unter https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_29845.pdf, zuletzt geprüft am 25.08.2018.

Rinderreport Baden-Württemberg (2016): Ergebnisse Rinderspezialberatung Baden-Württemberg 2015. Schwäbisch Gmünd.

Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels Flächenprozentschätzung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau.

Schick, M. (2001): Weidehaltung Milchvieh. Zeitbedarf, Arbeitsorganisation und Vergleich mit Eingrasverfahren. FAT Berichte (562), S. 1–9.

Schori, F., Heublein, C., Südekum, K.-H., Dohme-Meier, F. (2014): Die Auswirkungen von Kraftfutter bei weidenden schweizerischen und neuseeländischen Holsteinkühen auf die Milchleistung, Futteraufnahme, Aktivität und das Verzehrsverhalten. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 16, S. 77–79.

Sommer, W. (2000): Neue Normen in der Jungviehaufzucht, top agrar, 1, S. R22-25.

Sommer, W. (2003): Kühe schrittweise auf die Weide vorbereiten, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 03.05.2003,www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/rinderhaltung/fuetterung/weidegang.htm, zuletzt aufgerufen 18.03.2018

Spiekers, H. (2000): Wachstumsknick auf der Weide vermeiden, top agrar 6, S. R22-R24.

Spiekers, H., Dorfner, G., Diepolder, M. (2009): Effiziente und nachhaltige Grünlandnutzung mit Rindern im Alpenvorland, VDLUFA Schriftenreihe 65, Kongressband Teil 1. S. 131-143

Spiekers, H., Ettle, T., Moosmeyer, M., Steinberger, S. (2011): Effiziente Nutzung von Weide und Grünfutterkonservaten mit Milchkühen. in: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 12 „Nachhaltigkeit in der intensiven Futtererzeugung“; LK Niedersachsen, Herausgeber: C. Kalzendorf, G. Riehl. S. 53-62

Starz, W., Steinwidder, A., Pfister, R., Hannes, R. (2014): Inhaltstoffverläufe im Weidefutter auf vielfältigen Dauerweidebeständen im inneralpinen Klimaraum. Grasland-und weidebasierte Milchproduktion. Internationale Weidetagung 2014. in: Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Band 16), S. 142–147.

Steinberger, S., Rauch, P., Spiekers, H. (2009): Vollweide mit Winterkalbung-Erfahrungen aus Bayern. In: 4. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, S. 105–107.

Steinberger, S., Rimili, S., Diepolder, M. (2012a): Versuchsbericht: Jungviehaufzucht auf Kurzrasenweide - Ergebnisse aus dem Demonstrationsvorhaben 2011, LfL Information.

Steinberger, S., Rauch, P., Spiekers, H., Hofmann, G., Dorfner, G. (2012b): Vollweide mit Winterkalbung – Ergebnisse von Pilotbetrieben. LfL Schriftenreihe 5/2012. 102 Seiten

Steinberger, S., Spiekers, H. (2014): Weidebasierte Milchproduktion in Bayern. in: Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Band 16), S. 102–106.

Steinwidder, A., Wurm, K. (2005): Milchviehfütterung. Tier- und leistungsgerecht. Graz: Stocker (Praxisbuch). Online verfügbar unter http://deposit.ddb.de/cgi-

bin/dokserv?id=2657378&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm.

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

Steinwidder, A., Starz, W., Podstatzky, L., Gasteiner, J., Pfister, R., Gallnböck, M., Rohrer, H. (2010a): Abschlussbericht: Vollweide und Abkalbung. Herausgeber: LFZ Raumberg-Gumpenstein.

Steinwidder, A., Starz, W., Podstatzky, L., Kirner, L., Pötsch, E. M., Pfister, R., Gallnböck, M. (2010b): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs– Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. Züchtungskunde 82, S. 241–252.

Steinwidder, A., Starz, W., Podstatzky, L., Gasteiner, J., Pfister, R., Gallnböck, M., Rohrer, H. (2010c): Ergebnisse zum Einfluss der Abkalbesaison auf Milchkühe bei Vollweidehaltung. in: Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 51-47.

Steinwidder, A., Häusler, J., (2015): Effiziente Weidehaltung durch betriebsangepasste Weidesysteme und Weidestrategien. Herausgegeben v. Höherer Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Tagungsband 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, S. 139–150.

Steinwidder, A., Starz, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.

Steinwidder, A., Starz, W., Rohrer, H., Pfister, R. (2017): Systemvergleich - Einfluss von Vollweide oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs. Abschlussbericht Systemvergleich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Bio Institut.

Steinwidder, A., Starz, W., Rohrer, H., Häusler, J., Pfister, R. (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. Züchtungskunde **90**, 218 – 239.

Stockbauer, J. (2016): Vergleich von Weideleistung auf Vollweide und saisonaler Abkalbung mit stundenweiser Weide und Ganzjahresabkalbung. Masterarbeit an der Technischen Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung. Erstgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers, Zweitgutachter: Prof. Dr. Wilhelm Windisch.

Stocker, F. (2005): Grenzen der Vollweidehaltung von Milchkühen in Bezug auf Ökonomie und Mensch. in: Grenzen und Möglichkeiten der Milchproduktion bei Vollweidehaltung, S. 27–33.

Terler, G., Velik, M., Kitzer, R., Kaufmann, J. (2016): Auswirkungen hoher Mastendgewichte auf Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Stieren. in: 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2016, Tagungsband, S. 53-62.

Thomet, P., Cutullic, E., Bisig, W., Wuest, C., Elsaesser, M., Steinberger, S., Steinwidder, 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 Federation. Gumpenstein, 29.-31.8.2011: Agricultural Research and Education Center (AREC) Raumberg-Gumpenstein.

Thomet, P., Hadorn, M., Wyss, A. (2014): Langjährige Erfahrung mit dem Kurzrasen-

Weidesystem für Milchkühe. in: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 16, S. 85–90.

Uhlig, V., Leisen, E., Möller, D. (2016): Unternehmerische Stellschrauben zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit weidebasierter Milchviehhaltungssysteme. in: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V (AGGF) 60. Jahrestagung „Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog" (60), S. 155–158.

Verhoeven, A., Mögel, A., Leisen, E. (2015): Jungvieh früh auf die Weide, www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/tierhaltung/rinder/2015/jungvieh-frueh-auf-die-weide/?tx_mmcdirectmailsubscription_subscr%5Baction%5D=cancel&tx_mmcdirectmailsubscription_subscr%5Bcontroller%5D=Subscribe&cHash=6d3de6149adfb83a051b86cd4c09b3fa, zuletzt aufgerufen am 10.03.2018.

Vögel, T. (2018): Empirische Untersuchungen zur Ökonomie von Milchkühen unter Voll- und Halbtagsweidehaltung im ökologischen Milchviehbetrieb. Erstgutachter: Prof. Dr. Martin Spreidler, Zweitgutachter: Prof. Dr. Hubert Spiekers.

Weiß, D., Dorfner, G., Auerswald, K., Thomet, P. (2008): Flächenproduktivität-Milch von 499 bayrischen Betrieben. in: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 9, S. 71–75.

Wolfthaler, J., Steinwidder, A., Frey, H., Hofstetter, P., Gazzarin, C., Kirchweger, S., Kantelhardt, J., (2017): Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme Modellbetriebsanalysen zur Wirtschaftlichkeit unter österreichischen Produktions-bedingungen. in: Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband, S. 480–483.