

46. Viehwirtschaftliche Fachtagung

Milchviehfütterung
Herdenmanagement
Rindermast
Grundfutterqualität
Silomaisfütterung



46. Viehwirtschaftliche Fachtagung

Milchviehfütterung
Herdenmanagement
Rindermast
Grundfutterqualität
Silomaisfütterung

10. und 11. April 2019
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus

Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus

Direktor

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Andrea Stuhlpfarrer

Alexandra Eckhart

Lektorat

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber

Dipl.-Ing. Georg Terler

Dr. Margit Velik

Druck, Verlag und © 2019

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-65-6

Diese internationale Tagung wurde vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus,
Beratungsabteilung finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10.-11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2019

Inhaltsverzeichnis

Herausforderungen an den Stoffwechsel der Milchkuh in der Transitphase	5
<i>J.J. GROSS und R.M. BRUCKMAIER</i>	
Versuchsergebnisse und praktische Erfahrungen zur Fütterung von Milchkühen im geburtsnahen Zeitraum – Futteraufnahme vor der Kalbung	15
<i>T. ENGELHARD, K. GÖTZE, Y. NAUMANN und P. KÜHNE</i>	
Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung 1. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern und Kalbinnen	23
<i>S. KIENDLER, L. GRUBER und A. SCHAUER</i>	
Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung 2. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer der Kühe.....	35
<i>L. GRUBER, S. KIENDLER und M. ROYER</i>	
Projekt „Erstkalbealter“ und „Efficient Cow“ – welche Konsequenzen zieht der Lehr- und Versuchsbetrieb der LFS Warth aus diesen beiden Projektergebnissen?	53
<i>H. RIGLER</i>	
Analyse österreichischer Milchviehbetriebe im Projekt „Efficient Cow“: Rationsgestaltung und Einfluss des Genotyps auf Produktions- und Effizienzmerkmale	57
<i>M. LEDINEK, L. GRUBER, F. STEININGER, B. FUERST-WALTL, K. ZOTTL, M. ROYER, K. KRIMBERGER, M. MAYERHOFER und C. EGGER-DANNER</i>	
Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer intensiven Mast von Stieren, Ochsen und Kalbinnen in Österreich.....	71
<i>C. FRITZ</i>	
Rindermast in der Schweiz – Status quo und Optimierungsmöglichkeiten.....	85
<i>A. BURREN, A. MÜLLER und H. JÖRG</i>	
Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Futterwert, Futteraufnahme und Milchleistung	97
<i>S. KIENDLER, L. GRUBER, G. TERLER, M. VELIK, D. EINGANG, A. SCHAUER und M. ROYER</i>	
Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora.....	111
<i>R. RESCH und G. STÖGMÜLLER</i>	
Mein Weg zu bester Heuqualität	133
<i>C. GASTEIGER</i>	

Hohe Silomaisanteile in Milchviehrationen.....	137
<i>B. LOSAND</i>	
Maissilage ist bei uns schon lange die Hauptkomponente in der Ration.....	143
<i>A. LANG</i>	
Verdaulichkeit der Silomais-Restpflanze – Einfluss auf Futteraufnahme und Leistung von Rindern.....	145
<i>G. TERLER und L. GRUBER</i>	

Herausforderungen an den Stoffwechsel der Milchkuh in der Transitphase

Metabolic challenges of the dairy cow during the transition period

Josef J. Gross^{1*} und Rupert M. Bruckmaier¹

Zusammenfassung

Die Laktation entwickelte sich als Kernaufgabe und Erfolgsmodell der mütterlichen Brutpflege bei Säugetieren. Die Milchdrüse bietet dem Neugeborenen eine ideal zusammengesetzte Nährstoffquelle. Darüber hinaus vermittelt Kolostrum nach der Geburt eine passive Immunisierung, und jeder Saugvorgang fördert den Aufbau und die Aufrechterhaltung einer engen Mutter-Kind-Bindung. Die Bedeutung der Laktation für das Überleben der Nachkommen spiegelt sich in der hohen metabolischen Priorität der Milchdrüse im Organismus des laktierenden Tieres wider. Die bevorzugte Stellung der Milchbildung im Stoffwechsel ist Grundlage für den ausserordentlichen Züchterfolg auf höhere Milchleistung, insbesondere zu Laktationsbeginn, wenn die Bevorzugung im Stoffwechsel besonders ausgeprägt ist. Moderne Züchtungsmethoden verbessern einerseits die Effizienz der genetischen Selektion und verkürzen andererseits das Generationsintervall, was enorme Leistungssteigerungen innerhalb weniger Jahre ermöglicht. Der vorliegende Übersichtsartikel behandelt die Herausforderungen an den Stoffwechsel von Milchkuhen, insbesondere mit Schwerpunkt Milchdrüse und Konsequenzen für die praktische Fütterung und Haltung. Hauptsächlich in der frühen Laktation werden die meisten verfügbaren Nährstoffe aus dem Futter und aus mobilisiertem Körpergewebe in die Milchdrüse geleitet. Daher kann die Milchbildung trotz negativer Energiebilanz auf hohem Niveau gehalten werden. Die hohe metabolische Belastung und Mobilisierung von Körpergewebe erfordert jedoch eine adäquate endokrine und metabolische Regulation, die bei einzelnen Tieren mehr oder weniger erfolgreich sein kann. In der Milchviehpopulation treten sowohl metabolisch robuste als auch anfällige Milchkuhe auf. Während sich robuste Tiere entsprechend anpassen, weisen anfällige Kühe häufig hohe Plasmakonzentrationen an nicht-veresterten Fettsäuren (NEFA) und β -Hydroxybutyrat (BHB) auf und neigen zu verschiedenen Produktionskrankheiten. Bei weide- oder grasbasierten Fütterungssystemen besteht die zusätzliche Herausforderung der begrenzten Verfügbarkeit von Nährstoffen für die Milchproduktion. Eine ausschliessliche Grasfütterung ohne Kraftfutterergänzung führt bei Kühen mit hohem Leistungspotenzial

Summary

Lactation developed as the key strategy of maternal care in mammalian species. The mammary gland provides an ideally composed nutrient source for the newborn. In addition, colostrum provides passive immunization after birth, and each suckling process supports the establishment and maintenance of a close mother-offspring bonding. The importance of lactation for the survival of the offspring is represented by a high metabolic priority of the mammary gland within the lactating animal. Therefore, animal breeding towards higher milk yield was quite successful in early lactation, and modern breeding methods enabled an enormous increase of performance within only few generations. The present article gives an overview on metabolic challenges in dairy cows with focus on the mammary gland and implications for feeding and management. Most of the available nutrients derived from feed and mobilized body tissues are directed to the mammary gland in early lactation. Therefore, milk production can be maintained at a high level despite the presence of a negative energy balance. However, the high metabolic load and mobilization of body tissue require adequate endocrine and metabolic regulations which can be more or less successful in individual animals. The dairy cow population consists of both metabolically robust and vulnerable dairy cows. While robust animals adapt adequately, vulnerable cows show often high plasma concentrations of non-esterified fatty acids (NEFA) and β -hydroxybutyrate (BHB), and are prone to various production diseases. In pasture or forage-based feeding systems the additional challenge is a limited availability of nutrients for milk production. Exclusive forage feeding without supplementary concentrate leads to metabolic and fertility disorders in high yielding cows but is tolerated in dairy cows with a moderate genetic performance level.

Keywords: lactation, evolution, metabolism, adaptation, dairy cow

¹ Universität Bern, Abt. Veterinär-Physiologie, Vetsuisse Fakultät, Bremgartenstrasse 109a, CH-3012 Bern

* Ansprechpartner: Dr. Josef J. Gross, email: josef.gross@vetsuisse.unibe.ch

zu Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen, wird jedoch bei Milchkühen mit einem moderaten genetisch bestimmten Leistungsniveau toleriert.

Schlagwörter: Laktation, Evolution, Stoffwechsel, Anpassung, Milchkuh

1. Einleitung

Der vorliegende Artikel stellt verschiedene Herausforderungen an den Stoffwechsel von Milchkühen, insbesondere im Hinblick auf die Veränderungen während der Transitperiode, und Konsequenzen für die praktische Fütterung und Haltung zusammen. Aufgrund der tierzüchterischen Erfolge in den Leistungssteigerungen stellten sich in den letzten Jahrzehnten verschiedene Herausforderungen sowohl für die Anpassung des Stoffwechsels der Milchkuhe als auch für das praktische Management ein. Sowohl Kühe mit grasbasierter oder Weidefütterung als auch Kühe mit Total-Mischrationen (TMR) haben während der sogenannten Transitperiode (Übergang von der Spätgravidität zur Früh-laktation, i.d.R. Zeitraum 3–4 Wochen vor und nach der Abkalbung) und darüber hinaus viele ähnliche laktationsbedingte Herausforderungen an den Stoffwechsel. Die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen in der internationalen Literatur sind an TMR-gefütterten Kühen in intensiven Produktionssystemen erhoben worden. In der vorliegenden Übersicht werden wir, soweit verfügbar, auch konkrete Ergebnisse zu gras- und weidebasierter Fütterung anbringen.

2. Die Bedeutung der Laktation bei Wiederkäuern und Auswirkungen für die Milchviehzucht

Die evolutive Rolle der Laktation manifestiert sich in einer intensiven mütterlichen Brutpflege für das Neugeborene, um sein Überleben zu gewährleisten (OFTEDAL 2012). Die Milchsekretion bietet eine artspezifische, massgeschneiderte Quelle für Nährstoffe, Energie, bioaktive Komponenten und Mineralstoffe. Darüber hinaus ermöglicht die Laktation über das Kolostrum eine passive Immunisierung des Neugeborenen und fördert die Mutter-Nachkommen-Bindung, alles wichtige Voraussetzungen für das Überleben des Neugeborenen (TYLER et al. 1999). Jeder Saugakt trägt durch die Freisetzung von Oxytocin, Prolaktin und anderer endokriner Faktoren sowohl im Blutkreislauf als auch im Zentralnervensystem zum Aufbau und zur Aufrechterhaltung einer engen Verbindung zwischen Mutter und Nachkommen bei (BRIDGES 2015). Bei Rindern mit ihren weit entwickelten Neugeborenen ist sofort nach der Geburt eine rasche Milchsekretion erforderlich. Bereits zu Laktationsbeginn werden grosse Mengen an Nährstoffen und Energie benötigt, um die Anforderungen an Wachstum und Entwicklung sowie die körperliche Aktivität des Kalbes zu decken. Daher hat die Ernährung des Kalbes gerade zum Laktationsstart die höchste Priorität im Stoffwechsel der Kuh, wenn das Kalb mit seinem pseudo-monogastrischen Verdauungssystem noch vollständig von der Milch abhängig ist (STOBO et al. 1966, HUBER 1969). Selbst in Zeiten unzureichender Nährstoff- und Energieversorgung für die Milchkuh wird

die Milchproduktion auf hohem Niveau gehalten, und die Kuh mobilisiert bei Bedarf Körpergewebe (vorwiegend Fett- und Muskelgewebe). Diese metabolische Priorität der Milchdrüse verringert sich in späteren Laktationsstadien gleichzeitig mit der Abnahme der Milchleistung und der Etablierung eines funktionierenden Vormagensystems beim Kalb (STOBO et al. 1966, HUBER 1969, GUILLOTEAU et al. 2009). Trotz des postpartalen Energie- und Nährstoffdefizits wird die Milchproduktion unmittelbar nach der Geburt des Kalbes aufrechterhalten und somit das Risiko für Stoffwechselstörungen sogar noch erhöht, während ernährungsphysiologische Defizite zu späteren Laktationsstadien einen sofortigen Rückgang in der Milchleistung zur Folge haben (SEJRSEN et al. 1982, GROSS et al. 2011a). In diesem späten Stadium kann das Kalb jedoch mit einer geringen Milchmenge oder sogar ohne Milch überleben. Die Bedeutung von Milch für die Kälberernährung nimmt demzufolge mit fortschreitender Laktation ab. Die metabolische Priorität der Milchdrüse in der Früh-laktation, die sich während der Evolution entwickelte, in Verbindung mit der kontinuierlichen Selektion auf höhere Milchleistungen hat allerdings die Stoffwechsellanforderungen der Milchdrüse über Jahrzehnte hinweg stetig erhöht und dauert heute noch an (OLTENACU und ALGERS 2005).

Die evolutiv verankerte hohe metabolische Priorität der Milchbildung in der frühen Laktation hat massgeblich zu den Züchtungserfolgen in den letzten 50 Jahren und den gegenwärtig hohen Milchleistungen beigetragen (CAPPER et al. 2009). Moderne Züchtungsmethoden wie künstliche Besamung und Embryotransfer haben die Effizienz erhöht und das Generationsintervall verkürzt. Am deutlichsten konnte die Milchproduktion in den frühen Laktationsstadien gesteigert werden, wenn die meisten verfügbaren Nährstoffe in Richtung Milchdrüse geleitet werden (BAUMAN und CURRIE 1980). Im Gegensatz zu anderen Körpergeweben in der Früh-laktation erfolgt die Nährstoffaufnahme durch das Euter meistens unabhängig von Insulin und somit unabhängig von der homöostatischen Regulation des Gesamtorganismus (GROSS et al. 2011b). Da die Futteraufnahme in der frühen Laktation den Bedarf an Energie und Nährstoffen nicht decken kann, mobilisiert die hochleistende Milchkuh beträchtliche Mengen an Fett- und Eiweissvorräten, während die Gluconeogenese in der Leber, die primär Glucose für die Laktosesynthese in der Milchdrüse bereitstellt, mit maximaler Kapazität läuft. Darüber hinaus zeichnet sich der Laktationsbeginn durch einen erhöhten Bedarf an Mineralstoffen wie Calcium aus (HORST et al. 1997, HERNANDEZ-CASTELLANO et al. 2016). Die erforderlichen Anpassungen im Stoffwechsel zur Deckung der Nährstoffbedürfnisse verschiedener Gewebe und Organe erfolgen nicht immer in ausreichendem Mass. Daher ist das Risiko für Stoffwechselstörungen und produktionsbedingte Erkrankungen während der frühen Laktation am höchsten.

3. Nährstoffverteilung und metabolische Herausforderungen bei Milchkühen

Die homöostatische Regulation hält im Körper ein metabolisches Gleichgewicht zwischen Speicherung und Mobilisierung von Energie- und Nährstoffreserven aufrecht. Aufgrund ihrer zentralen Rolle für das Überleben der Nach-

kommen hat die Milchsynthese während der Evolution eine hohe Priorität im Energie- und Nährstoffhaushalt erlangt. Jeder Nährstoffmangel soll zumindest für einen begrenzten Zeitraum durch die Mobilisierung von Körperreserven vollständig ausgeglichen werden können. Ein Stoffwechselgleichgewicht kann jedoch nicht garantiert werden, wenn die Energie- und Nährstoffressourcen begrenzt sind. Wenn also eine Diskrepanz zwischen Energie- und Nährstoffaufnahme und -bedarf für Erhaltung, Leistung und Fortpflanzung besteht, kann eine homöorhetische Regulation zu Stoffwechselstörungen bis hin zu schweren Stoffwechselkrankheiten führen (SORDILLO und RAPHAEL 2013, RABOISSON et al. 2014).

Die metabolische Priorität des Fötus oder der Milchdrüse ändert sich in allen Funktionsstadien der jeweiligen Gewebe. Wechselwirkungen treten auch zwischen der Laktation und der zyklischen Aktivität der Ovarien nach der Abkalbung auf. Das Überleben des Neugeborenen hat gegenüber der Etablierung einer neuen Gravidität Vorrang. Hormone wie Insulin, insulin-ähnlichem Wachstumsfaktor-1 (IGF-1), Leptin, Adiponectin und Schilddrüsenhormone unterliegen in der Transitperiode beträchtlichen Veränderungen, um insbesondere bei hochleistenden Milchkühen die erforderlichen metabolischen Anpassungen zu vermitteln (HAMMON et al. 2009, GROSS et al. 2011b, SINGH et al. 2014). Diese Hormone sind jedoch auch an der Follikelentwicklung und damit der Wiederaufnahme der zyklischen Aktivität nach der Abkalbung beteiligt. Die charakteristischen endokrinen Veränderungen wirken sich negativ auf die Ovaraktivität aus (KAWASHIMA et al. 2012). Selbst die Energieversorgung während der Trockenperiode kann für die frühe Entwicklung des Ovarialzyklus nach der Abkalbung eine entscheidende Rolle spielen, da die Follikelentwicklung bereits gegen Ende der Gravidität einsetzt (CASTRO et al. 2012). Darüber hinaus ist während der Laktation die Clearance von Ovar-Steroiden durch einen vermehrten hepatischen Blutfluss in der Leber erhöht (SANGSRITAVONG et al. 2002). Die daraus resultierenden niedrigen Plasmakonzentrationen von Progesteron und Östrogenen können die Ursache für fehlende Östrussymptome und einen frühen embryonalen Tod sein.

Wenn laktierende Milchkuh mit einem sehr hohen Leistungsniveau trächtig sind, führt die enorme metabolische Belastung zu einem beeinträchtigten Wachstum des Fötus. Ferner konnte gezeigt werden, dass hochleistende Milchkuh eine schlechtere Embryonenqualität aufweisen und die Entwicklung der Plazenta und des Fötus im Vergleich zu nicht-laktierenden Tieren verringert ist (LEROY et al. 2005, KAMAL et al. 2014, VAN EETVELDE et al. 2014). Die metabolische Dominanz des Fötus steigt in den letzten Graviditätswochen an (WALLACE et al. 1996, SYMONDS et al. 2004), während die Milchsekretion während der Laktation zunehmend Bestandteil der homöostatischen Regulation wird (GROSS et al. 2011a, MATTMILLER et al. 2011). Die Konkurrenz um Energie und Nährstoffe zwischen Fötus und Milchdrüse am Ende der Gravidität ist jedoch als gering einzustufen, da der Energie- und Nährstoffbedarf für Erhaltung und Trächtigkeit nur um 20–25 % zunimmt (MOE und TYRRELL 1972). Eine Beeinträchtigung der Milchleistung ist eher unwahrscheinlich, zumal Kühe während dieser Zeit nicht sehr viel Milch produzieren oder bereits trocken gestellt werden. Darüber hinaus hat sich trotz Züchtung

auf höhere Milchleistung der energetische Bedarf des sich entwickelnden Fötus nicht wesentlich verändert.

4. Futteraufnahme, endokrine und metabolische Anpassungen während der Transitphase

Die Futteraufnahme ist um die Geburt gering und steigt langsamer als der entsprechende Bedarf für die Milchproduktion. Obwohl die metabolische Belastung zusammen mit der negativen Energiebilanz (NEB) direkt nach der Abkalbung am höchsten ist, beginnt die homöorhetische Anpassung in Bezug auf die Laktation bereits vor dem Kalben: die Insulin- und IGF-1-Konzentrationen nehmen ab und die Freisetzung von Wachstumshormon und die Mobilisierung von Fettgewebe beginnen (RHOADS et al. 2004). Der Konzentrationsabfall der zirkulierenden Schilddrüsenhormone, Leptin, Adiponectin, Insulin und IGF-1 ermöglicht die Lipolyse (d.h. Mobilisierung von Fettgewebe) und hemmt gleichzeitig die Lipogenese (d.h. den Aufbau von Fettreserven; BELL 1995, BLOCK et al. 2001, KUHILA et al. 2016). Es wird angenommen, dass im Fettgewebe von Kühen der Anstieg der Phosphorylierung der hormonsensiblen Lipase (HSL) für die Hydrolyse von gespeicherten Triglyceriden unter Stimulierung von Katecholaminen verantwortlich ist (SUMNER und McNAMARA 2007, ELKINS und SPURLOCK 2009, LOCHER et al. 2011). Serotonin (5-HT) spielt als autokriner Regulator der Milchdrüse eine wichtige Rolle in der Lactogenese (HERNANDEZ et al. 2011, 2012). Gleichzeitig mit den kurz vor der Geburt stattfindenden metabolischen Anpassungen nimmt die Plasmakonzentration von Serotonin stetig bis zur Kalbung zu (LAPORTA et al. 2014) und beeinflusst neben der Calciumhomöostase auch den Glucosestoffwechsel von Milchkuh (LAPORTA et al. 2013, WEAVER et al. 2016).

Neben endokrinen Veränderungen zeigen auch die Blutkonzentrationen von Metaboliten deutliche Anpassungen. Mit Beginn der Laktation nimmt die Glucosekonzentration ab, während die Gehalte an β -Hydroxybutyrat (BHB) und nicht-veresterten Fettsäuren (NEFA) ansteigen. Die physiologischen Veränderungen repräsentieren in ihrer Gesamtheit die metabolische Belastung, die im wesentlichen als Folge der Milchbildung und -sekretion zu sehen ist (KNIGHT et al. 1999). Mit steigendem Leistungsniveau hat der plötzlich hohe Nährstoffbedarf für die einsetzende Milchproduktion nach der Abkalbung und die damit verbundene Stoffwechselbelastung die Anpassungsfähigkeit vieler Kühe zunehmend überschritten, was zu einer erhöhten Inzidenz von Gesundheitsproblemen geführt hat (FLEISCHER et al. 2001). Zu den Gesundheitsproblemen, die sich entwickeln können, gehören neben den Stoffwechselerkrankungen Ketose auch Nachgeburtsverhalten, Mastitis, Labmagenverlagerung, Lahmheiten und Fruchtbarkeitsprobleme (GOFF und HORST 1997). Postpartale Störungen stehen häufig miteinander im Zusammenhang und können ein Tier für weitere Erkrankungen prädisponieren. CORREA et al. (1993) beobachteten, dass Ketose einen Risikofaktor für eine Labmagenverlagerung und Metritis darstellt. ERB und GROHN (1988) stellten fest, dass Milchfieber eine zentrale Rolle bei der Prädisponierung der Milchkuh für Erkrankungen wie Ketose, Nachgeburtsverhalten, Labma-

genverlagerung und Metritis spielt. INGVARTSEN et al. (2003) schlussfolgerten, dass peripartiente Veränderungen in Hormonen und Metaboliten die Immunkompetenz beeinträchtigen und zu einer erhöhten Anfälligkeit für bakterielle Infektionen während dieser Zeit führen können. GOFF und HORST (1997) beobachteten, dass die meisten Stoffwechselerkrankungen bei Milchkühen in den ersten zwei Laktationswochen auftreten, wenn die metabolische Belastung am höchsten ist (GROSS et al. 2011a).

Ein wichtiger Nährstoff für die Milchsynthese ist Glucose. In der Hochlaktation werden über 80 % des Glucoseumsatzes von der Milchdrüse zur Lactosesynthese verwendet (BAUMAN und CURRIE 1980). Daher sind die Gluconeogenese in der Leber und die Glycogenolyse zu Beginn der Laktation auf ein Maximum erhöht. Als Energiequelle für die Milchdrüse und andere Gewebe steht nur eine relativ geringe Menge an Glucose zur Verfügung, die nicht für die Lactosebildung benötigt wird (LEMOUQUET et al. 2009). Lipide werden daher zur Hauptenergiequelle. Um den erhöhten Bedarf an Fettsäuren als Energiequelle und für die Milchfettsynthese abzudecken, werden Körperfettspeicher mobilisiert und zirkulieren als NEFA im Blut, während gleichzeitig die Lipogenese reduziert wird. Weitere Anpassungen sind die Mobilisierung von Aminosäuren und Peptiden aus Proteinreserven im Skelettmuskelgewebe (VON SOOSTEN et al. 2012) zur Verwendung bei der Proteinsynthese und im Energiestoffwechsel, die Mobilisierung von Calcium aus Knochen, und die erhöhte gastrointestinale Resorption (BAUMAN und CURRIE 1980).

Hormone sind für die Regulierung und Koordination der metabolischen Anpassungen unerlässlich. Ein Schlüsselmechanismus der Anpassung ist die Abnahme des Insulinspiegels im Plasma in Kombination mit Insulinresistenz und gleichzeitig relativ hoher Plasmakonzentration von Glucagon. Dies ist neben der erhöhten Empfindlichkeit gegenüber Katecholaminen einer der Hauptauslöser für die Aktivierung hormonempfindlicher Lipasen im Fettgewebe und damit für die Fettmobilisierung (LOCHER et al. 2011). Niedrige Konzentrationen an Insulin sind an der Entkopplung der somatotropen Achse in der Leber durch Herunterregulierung des hepatischen Wachstumshormon-Rezeptors beteiligt (KOBAYASHI et al. 1999, RHOADS et al. 2004). Folglich steigt die Plasmakonzentration von Wachstumshormon an, während die IGF-1-Konzentrationen im Plasma niedrig bleiben (GROSS et al. 2011b, KESSLER et al. 2013). Eine direkte Wirkung von Wachstumshormon ist die Stimulierung der Lipolyse aus Fettgewebe, und diese Wirkung wird durch eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber β -adrenergen Wirkungen von Katecholaminen unterstützt. Während die Plasma-Insulinkonzentrationen niedrig sind, induzieren die hohen Wachstumshormon- und NEFA-Spiegel eine zusätzliche Insulinresistenz in den peripheren Geweben. NEFA kann als primäre Oxidationsquelle für die Energieversorgung der Leber und anderen Geweben verwendet werden. Darüber hinaus gibt die Leber die NEFA nach der Umwandlung in Very-Low-Density-Lipoproteine (VLDL) über das Blut ab; ein Überschuss an NEFA wird in der Leber zu Triglyceriden verestert, sammelt sich dort an und kann zu einem Fettleber-Syndrom führen (KESSLER et al. 2014, GROSS et al. 2015a).

Aufgrund der Pansenfermentation wird nach dem Stärkeabbau Glucose kaum direkt aus dem Futter aufgenommen,

außer bei einigen langsam im Pansen abbaubaren Futtermitteln wie Mais. Glucose stammt vorwiegend aus der Gluconeogenese in der Leber. Die hepatische Gluconeogenese hängt von der Gesamtaktivität des Citrat-Zyklus ab, insbesondere von der Verfügbarkeit des Oxaloacetats und von Substraten wie Propionat, Lactat, Aminosäuren und Glycerin. Die gesteigerte Gluconeogenese zu Laktationsbeginn benötigt Oxaloacetat-Reserven und reduziert daher die Verfügbarkeit von Oxaloacetat in den Mitochondrien von Hepatozyten. Folglich ist die Oxidation von Fettsäuren über den Citrat-Zyklus begrenzt und ein alternativer Stoffwechselweg wird durch verstärkte Synthese von Ketonkörpern aus Acetyl-CoA in der Leber aktiviert.

Während die meisten Gewebe unter der Kontrolle von Insulin, Glucagon und anderen Hormonen stehen, ist die Glucoseaufnahme der Milchdrüse während der frühen Laktation unabhängig von Insulin und erfolgt stattdessen durch aktiven Transport, der durch hormonunabhängige Glucosetransporter vermittelt wird (GLUT1, GLUT3). Somit wird die Aufnahme von Glucose durch die Milchdrüse aus dem Blutkreislauf nicht gehemmt, während die anderen Körpergewebe Stoffwechselreserven freisetzen. Später in der Laktation wird der Glucosetransport in die Milchdrüse zunehmend Bestandteil der homöostatischen Regulation, was durch eine höhere Expression des insulinempfindlichen Glucosetransporters GLUT4 angezeigt wird (MATTMILLER et al. 2011, GROSS et al. 2015b).

Ketosen, die bei Milchkühen in der frühen Laktation auftreten, werden durch übermäßige BHB-Bildung verursacht, wenn die Kapazität der Leber zur Oxidation der mobilisierten NEFA überschritten wird. ZARRIN et al. (2013, 2014a, b) untersuchten die Auswirkungen erhöhter Ketonkörperkonzentrationen mittels BHB-Infusion auf den Stoffwechsel und auf die Immunreaktion in der Milchdrüse während einer Mastitis. Die induzierte Hyperketonämie führte sofort zu einer Abnahme der Glucagon- und Glucosekonzentrationen (ZARRIN et al. 2013). Darüber hinaus verursachten die erhöhten BHB-Konzentrationen einen verminderten Anstieg des somatischen Zellzahlgehalts in der Milch sowie einen verringerten Anstieg des Glucagons als Reaktion auf die Entzündungsreaktion (ZARRIN et al. 2014a). Die metabolischen Anpassungen auf eine BHB-Infusion waren unabhängig vom Laktationsstadium, wie kürzlich bei trocken gestellten und frühlaktierenden Milchkühen bestätigt wurde (ZARRIN et al. 2017).

5. Individuelle Unterschiede in der metabolischen Anpassung und Risiko von Produktionskrankheiten

Die erforderlichen metabolischen Anpassungen können erfolgreich sein, können aber auch zu Stoffwechselstörungen führen (HACHENBERG et al. 2007, KESSEL et al. 2008). Kühe unterscheiden sich hinsichtlich der metabolischen Anpassung, selbst wenn Haltung, Fütterung und Leistungsniveau identisch sind. Die Mobilisierung von Fettreserven geht häufig über den tatsächlichen Bedarf hinaus, was zu erhöhten Konzentrationen an NEFA und BHB führt (KESSEL et al. 2008, VAN DORLAND et al. 2009), während einige Kühe keine erheblichen Veränderungen der Plasmametaboliten zeigen. So sind viele Kühe in der

Lage, den Zeitraum des postpartalen Energiedefizits zu überwinden, ohne Stoffwechselstörungen zu entwickeln, während andere Kühe unter identischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen Probleme aufweisen (KESSEL et al. 2008). Die Variation in der Population ist erheblich (JORRITSMA et al. 2000, HACHENBERG et al. 2007, KESSEL et al. 2008, VAN DORLAND et al. 2009). Es ist nicht möglich, die metabolische Belastung als solche zu vermeiden, da der energetische Bedarf für die Milchproduktion zu Beginn der Laktation zu hoch ist (ca. 3–4 faches Niveau des Erhaltungsbedarfs), um diesen allein durch die Futteraufnahme zu decken.

Die Variation zwischen Kühen, sich erfolgreich an Stoffwechselbelastungen anzupassen, ist unter anderem genetisch bedingt. Innerhalb einer Laktation beobachteten wir, dass Milchkuhe, die bereits in der Früh-laktation umfangreichere metabolische Veränderungen zeigten, wiederholt verstärkt auf einen induzierten Energiemangel in der späteren Laktation reagierten (GROSS und BRUCKMAIER 2015). Daher scheint die Anpassungsfähigkeit nicht nur eine kurzfristige Interaktion zwischen Kuh und Umwelt zu sein. Kühe mit einer optimalen Anpassungsfähigkeit, bei denen keine Gesundheitsstörungen auftreten, sind am besten für Zuchtprogramme geeignet, die auf die Stoffwechselstabilität von Milchkuhen abzielen. Robustheit bei Milchkuhen kann als die Fähigkeit der Kuh bezeichnet werden, in verschiedenen Umwelten gut zu funktionieren, bzw. die Homöostase aufrechtzuerhalten (TEN NAPEL et al. 2009).

Mehrere Forschungsgruppen versuchten, Parameter zu identifizieren, die als Indikatoren für die Robustheit der Kuh oder das metabolische Ungleichgewicht bei postpartalen Erkrankungen dienen (z.B. REIST et al. 2003, HACHENBERG et al. 2007, GRABER et al. 2012). In einer Reihe von Studien wurden Indikatoren für ein erhöhtes Risiko hinsichtlich Stoffwechselstörungen und assoziierte Erkrankungen identifiziert (URIBE et al. 1995, JAMROZIK et al. 2016, VUKASINOVIC et al. 2017). CAMERON et al. (1998) identifizierten das Vorhandensein einer negativen Energiebilanz vor der Abkalbung sowie einen hohen Body-Condition-Score als wichtige Risikofaktoren für spätere Labmagenerlagerungen. In einer anderen Studie waren hohe Konzentrationen von NEFA und BHB infolge der peripartalen NEB mit einem erhöhten Risiko für eine Labmagenerlagerung verbunden (LEBLANC et al. 2005). Darüber hinaus wurden hohe Plasmakonzentrationen von NEFA und Harnstoff sowie gleichzeitig niedrige Blutzuckerkonzentrationen in den ersten zwei Laktationswochen als hauptsächliche Risikofaktoren für eine Leberverfettung identifiziert (JORRITSMA et al. 2001). HAMMON et al. (2009) fanden einen Zusammenhang zwischen hohem Leberfettgehalt und gestörtem Glucosestoffwechsel in der Leber. Niedrige Plasmaglukosekonzentrationen in der ersten Woche nach der Geburt deuteten auf ein erhöhtes Ketoserisiko in den darauffolgenden Wochen hin (REIST et al. 2003). Andererseits haben wir kürzlich berichtet, dass selbst extreme Veränderungen der Metaboliten (BHB, NEFA) in der frühen Laktation, die in einer einzigen Laktation eines jeden Tieres untersucht wurden, überhaupt nicht mit einer verringerten Langlebigkeit zusammenhängen (GROSS et al. 2016). Es ist daher noch unklar, wie wichtig die genetische Komponente für die metabolische Anpassung in Bezug auf

kurzfristige Umwelteinflüsse ist, die den metabolischen Phänotyp einer einzelnen Kuh beeinflussen.

6. Besondere Herausforderungen bei weide- und grasbasierten Fütterungssystemen

In einer Reihe von Ländern, einschließlich der Schweiz, ermöglicht ein günstiges Klima die Milchproduktion auf Weidebasis und fördert landwirtschaftliche Systeme mit niedrigem Input. Zusätzlich ist in alpinen Ländern aufgrund ihrer topographischen Voraussetzungen die Grünlandnutzung vorherrschend. Milchviehrationen beinhalten überwiegend Gras und dessen Konserven sowie einen nur geringen Anteil an Ergänzungsfuttermitteln und Kraftfutter. Ein hoher Grasanteil in der Ration erlaubt bei Milchkuhen nur die Deckung eines begrenzten Leistungsniveaus (KOLVER und MULLER 1998). Zusammen mit der begrenzten physischen Kapazität des Vormagensystems reicht eine alleinige gras- oder weidebasierte Ration oft nicht aus, um den Energie- und Nährstoffbedarf bei hohen Leistungen in der Früh-laktation zu decken.

Wenn genetisch hochleistungsfähige Milchkuhe ihren Nährstoff- und Energiebedarf nicht decken können, bleibt das Produktionsniveau unterhalb des genetischen Potenzials. Trotz enormer metabolischer Anpassungsreaktionen, um die begrenzte Versorgung der Milchdrüse so weit wie möglich aufrechtzuerhalten, beschränken diese Tiere in der Regel ihre Milchproduktion und sind daher anfälliger für Gesundheitsstörungen. Dies kann sich wiederum negativ auf das Wohlergehen auswirken. Die steigenden Milchleistungen pro Kuh in den vergangenen Jahren haben auch zu einer vermehrten Stoffwechselbelastung beigetragen, was sie anfälliger für die Entwicklung von Stoffwechselstörungen und verwandten Erkrankungen macht. Mehrere Studien haben jedoch gezeigt, dass eine hohe Milchproduktion nicht notwendigerweise zu Stoffwechselkrankheiten führt (GRÖHN et al. 1995, INGVARTSEN et al. 2003), d.h. eine erfolgreiche metabolische Anpassung ist trotz der unvermeidlichen NEB in der frühen Laktation möglich.

Die Fütterung von Milchkuhen entsprechend ihrem Nährstoffbedarf und der Aufrechterhaltung der normalen Pansenfunktion ist der Schlüsselfaktor für eine nachhaltige Milchproduktion. Obwohl eine gut bewirtschaftete Weide einen hohen Nährwert hat, ist die Bereitstellung von Energie limitierend (KOLVER und MULLER 1998, BRUINENBERG et al. 2002). Bei Weidehaltung muss der zusätzliche energetische Bedarf für die Thermoregulation und Bewegungsaktivität berücksichtigt werden (KAUFMANN et al. 2011, DOHME-MEIER et al. 2014). Darüber hinaus kann die wechselnde Qualität der Weide im Jahresverlauf den Stoffwechsel der Milchkuh beeinflussen (KAUFMANN et al. 2012). Im Frühjahr und Herbst kann der Gehalt an löslichen Kohlenhydraten bei jungem Aufwuchs im Einzelfall zu einer Pansenazidose führen (MÜNGER et al. 2014), sowie die Entwicklung von Lahmheiten begünstigen.

Bei ausschliesslicher Grasfütterung oder Weidehaltung kann der Rohproteingehalt der Ration über den Bedarfsempfehlungen liegen. Wenn das aufgenommene Rohprotein nicht von den Pansenmikroben verwertet werden kann, wird der

überschüssige Stickstoff in Form von Ammoniak aus dem Pansen absorbiert, das in der Leber entgiftet und über den Energie-aufwändigen Harnstoffzyklus in Harnstoff umgewandelt wird. Ein Teil des Harnstoffs wird über die Milch ausgeschieden, der überwiegende Teil davon jedoch mit dem Harn, was bei Weidekühen zu den emissionsrelevanten Umweltproblemen beiträgt (PACHECO et al. 2010).

Die raufutterbasierte Milchviehhaltung mit niedrigem Kraftfuttereinsatz, wie sie in der Schweiz, Österreich, Irland und in Neuseeland üblich ist, eignet sich hervorragend für die ökologische Landwirtschaft. THANNER et al. (2014a) beobachteten, dass Kühe in der Mitte der Laktation mit einem geringeren genetischen Potenzial die verringerte Energie- und Nährstoffverfügbarkeit in einem Weidesystem ohne Kraftfutterergänzung besser geeignet erschienen als Kühe mit einem höheren genetischen Potenzial. Bei fortgeschrittener Laktation traten jedoch keine Unterschiede mehr auf (THANNER et al. 2014b). KOLVER und MULLER (1998) stellten fest, dass hohe Milchleistungen auf der Weide mit deutlichen Einbußen in der Körperkondition verbunden waren. Milchkühe mit höherer Leistung, d.h. Kühe mit einer Laktationsleistung von über 7.500 kg, die in der frühen Laktation nur Gras erhalten hatten, neigten am ehesten zu dramatisch erhöhten Plasmakonzentrationen von NEFA und BHB bis zur achten Laktationswoche im Vergleich zu Tieren mit ähnlicher Leistung, die jedoch mit zusätzlichem Kraftfutter gefüttert wurden (ZBINDEN et al. 2017). Tiere mit geringerer Milchleistung konnten jedoch in der frühen Laktationsphase ohne zusätzliche Energieergänzung eine gute Leistung erzielen (ZBINDEN et al. 2017). Eine vorübergehende NEB unmittelbar nach der Geburt ist bei Hochleistungskühen unvermeidlich. Es scheint, dass das Risiko von Stoffwechselstörungen und verwandten Erkrankungen ansteigt, wenn die NEB über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten wird.

7. Abschliessende Bemerkungen und Ausblick

Neuere Ansätze im Rahmen des Precision Livestock Farmings stellen Instrumente bereit, um das Wohlergehen des einzelnen Tieres sicherzustellen. Eine kontinuierliche Überwachung einschließlich von Stoffwechselaspekten ist möglich. Störungen der Tiergesundheit werden bislang erst diagnostiziert, wenn bereits erkennbare klinische Anzeichen durch invasive Blutprobenentnahme und entsprechende Analysen bestätigt werden. MOYES et al. (2013) wiesen auf den Bedarf hin, automatisierte Echtzeit-Überwachungssysteme auf der Grundlage von Biomarkern für die frühzeitige Erkennung von gefährdeten Tieren im Betrieb zu entwickeln. Häufige und routinemäßige Blutproben sind möglicherweise nicht die optimale Methode, um das Risiko einer klinischen Erkrankung bei laktierenden Milchkühen vorherzusagen. Daher ist es von großem Interesse, alternative und zusätzliche Biomarker (und ihre Kombination) zu identifizieren und frühzeitig spezifische subklinische Erkrankungen zu erfassen, die das Wohlbefinden von Milchkühen beeinträchtigen. Die Probenahme von Substraten zur Diagnose muss während wiederkehrender Routinearbeiten (z.B. tägliches Melken) nicht-invasiv und auf individueller Kuhebene durchgeführt werden. In dieser Hinsicht können die automatisierte Aufzeichnung (nicht-invasiv) des Wie-

derkauens, des Fortbewegungsverhaltens sowie der pH-Wert des Pansens zusammen mit Daten möglicher Biomarker in der Milch Werkzeuge zur frühzeitigen Krankheitsdiagnose sein. Die Einführung von technischen Geräten in Milchviehbetrieben zur direkten und nicht-invasiven Messung von Änderungen in der Milchezusammensetzung (z.B. somatische Zellzahl zum Nachweis von Mastitis, Progesteron für zyklische Aktivität, MIR-Spektren) wird immer häufiger und kann die Entwicklung von Stoffwechselstörungen möglicherweise in einem frühen Stadium erkennen.

8. Literatur

- BAUMAN, D.E. und W.B. CURRIE, 1980: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63, 1514-1529.
- BELL, A.W., 1995: Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73, 2804-2819.
- BLOCK, S.S., W.R. BUTLER, R.A. EHRHARDT, A.W. BELL, M.E. VAN AMBURGH und Y.R. BOISCLAIR, 2001: Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *J. Endocrinol.* 171, 339-348.
- BRIDGES, R.S., 2015: Neuroendocrine regulation of maternal behavior. *Front. Neuroendocrinol.* 36, 178-196.
- BRUINENBERG, M.H., Y. VAN DER HONING, R.E. AGNEW, T. YAN, A.M. VAN VUUREN und H. VALK, 2002: Energy metabolism of dairy cows fed on grass. *Livest. Prod. Sci.* 75, 117-128.
- CAMERON, R.E.B., P.B. DYK, T.H. HERDT, J.B. KANEENE, R. MILLER, H.F. BUCHOLTZ, J.S. LIESMAN, M.J. VANDEHAAR und R.S. EMERY, 1998: Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 81, 132-139.
- CAPPER, J.L., R.A. CADY und D.E. BAUMAN, 2009: The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 87, 2160-2167.
- CASTRO, N., C. KAWASHIMA, H.A. VAN DORLAND, I. MOREL, A. MIYAMOTO und R.M. BRUCKMAIER, 2012: Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity *postpartum* in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 5804-5812.
- CORREA, M.T., H. ERB und J. SCARLETT, 1993: Path analysis for seven *postpartum* disorders of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76, 1305-1312.
- DOHME-MEIER, F., L.D. KAUFMANN, S. GÖRS, P. JUNGHANS, C.C. METGES, H.A. VAN DORLAND, R.M. BRUCKMAIER und A. MÜNGER, 2014: Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *Livest. Sci.* 162, 86-96.
- ELKINS, D.A. und D.M. SPURLOCK, 2009: Phosphorylation of perilipin is associated with indicators of lipolysis in Holstein cows. *Horm. Metab. Res.* 41, 736-740.
- ERB, H.N. und Y.T. GROHN, 1988: Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow. *J. Dairy Sci.* 71, 2557-2571.
- FLEISCHER, P., M. METZNER, M. BEYERBACH, M. HOEDEMAKER und W. KLEE, 2001: The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2025-2035.
- GOFF, J.P. und R.L. HORST, 1997: Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80, 1260-1268.

- GRABER, M., S. KOHLER, A. MÜLLER, K. BURGERMEISTER, T. KAUFMANN, R.M. BRUCKMAIER und H.A. VAN DORLAND, 2012: Identification of plasma and hepatic parameters related to metabolic robustness in dairy cows. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 96, 75-84.
- GRÖHN, Y.T., S.W. EICKER und J.A. HERTL, 1995: The Association between previous 305-day milk yield and disease in New York State dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78, 1693-1702.
- GROSS, J., H.A. VAN DORLAND, R.M. BRUCKMAIER und F.J. SCHWARZ, 2011a: Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance by feed restriction with subsequent realimentation. *J. Dairy Sci.* 94, 1820-1830.
- GROSS, J., H.A. VAN DORLAND, F.J. SCHWARZ und R.M. BRUCKMAIER, 2011b: Endocrine changes and liver mRNA abundance of somatotrophic axis and insulin system constituents during negative energy balance at different stages of lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 3484-3494.
- GROSS, J.J. und R.M. BRUCKMAIER, 2015: Repeatability of metabolic responses to a nutrient deficiency in early and mid lactation and implications for robustness of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 8634-8643.
- GROSS, J.J., E.C. KESSLER, C. ALBRECHT und R.M. BRUCKMAIER, 2015a: Response of the cholesterol metabolism to a negative energy balance in dairy cows depends on the lactational stage. *PLoS One*. 10, e0121956.
- GROSS, J.J., H.A. VAN DORLAND, O. WELLNITZ und R.M. BRUCKMAIER, 2015b: Glucose transport and milk secretion during manipulated plasma insulin and glucose concentrations and during LPS-induced mastitis in dairy cows. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 99, 747-756.
- GROSS, J.J., L. GROSSEN-RÖSTI L, F. SCHMITZ-HSU und R.M. BRUCKMAIER, 2016: Metabolic adaptation recorded during one lactation does not allow predicting longevity in dairy cows. *Schweiz. Arch. Tierheilkde* 158, 565-571.
- GUILLOTEAU, P., R. ZABIELSKI, und J.W. BLUM, 2009: Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. *J. Physiol. Pharmacol.* 60, 37-46.
- HACHENBERG, S., C. WEINKAUF, S. HISS und H. SAUERWEIN, 2007: Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period. *J. Anim. Sci.* 85, 1923-1932.
- HAMMON, H.M., G. STÜRMER, F. SCHNEIDER, A. TUCHSCHERER, H. BLUM, T. ENGELHARD, A. GENZEL, R. STAUFENBIEL und W. KANITZ, 2009: Performance and metabolic and endocrine changes with emphasis on glucose metabolism in high-yielding dairy cows with high and low fat content in liver after calving. *J. Dairy Sci.* 92, 1554-1566.
- HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L.E., L.L. HERNANDEZ, S. WEAVER und R.M. BRUCKMAIER, 2016: Increased serum serotonin improves parturient calcium homeostasis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100, 1580-1587.
- HERNANDEZ, L.L., J.L. COLLIER, A.J. VOMACHKA, R.J. COLLIER und N.D. HORSEMAN, 2011: Suppression of lactation and acceleration of involution in the bovine mammary gland by a selective serotonin reuptake inhibitor. *J. Endocrinol.* 209, 45-54.
- HERNANDEZ, L.L., K.A. GREGERSON und N.D. HORSEMAN, 2012: Mammary gland serotonin regulates parathyroid hormone-related protein and other bone-related signals. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 302, E1009-E1015.
- HORST, R.L., J.P. GOFF und T.A. REINHARDT, 1997: Calcium and vitamin D metabolism during lactation. *J. Mamm. Gland Biol. a. Neopl.* 2, 253-263.
- HUBER, J.T., 1969: Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. *J. Dairy Sci.* 52, 1303-1315.
- INGVARTSEN, K.L., R.J. DEWHURST und N.C. FRIGGENS, 2003: On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.* 83, 277-308.
- JAMROZIK, J., A. KOECK, G.J. KISTEMAKER und F. MIGLIOR, 2016: Multiple-trait estimates of genetic parameters for metabolic disease traits, fertility disorders, and their predictors in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 99, 1990-1998.
- JORRITSMA, R., H. JORRITSMA, Y.H. SCHUKKEN und G.H. WENTINK, 2000: Relationship between fatty liver and fertility and some periparturient diseases in commercial Dutch dairy herds. *Theriogenology* 54, 1065-1074.
- JORRITSMA, R., H. JORRITSMA, Y.H. SCHUKKEN, P.C. BARTLETT, T.H. WENSING und G.H. WENTINK, 2001: Prevalence and indicators of *post partum* fatty infiltration of the liver in nine commercial dairy herds in the Netherlands. *Livest. Prod. Sci.* 68, 53-60.
- KAMAL, M.M., M. VAN EETVELDE, E. DEPREESTER, M. HOSTENS, L. VANDAELE und G. OPSOMER, 2014: Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 97, 5448-5458.
- KAUFMANN, L.D., A. MÜNGER, M. RÉRAT, P. JUNGHANS, S. GÖRS, C.C. METGES und F. DOHME-MEIER, 2011: Energy expenditure of grazing cows and cows fed grass indoors as determined by the ¹³C bicarbonate dilution technique using an automatic blood sampling system. *J. Dairy Sci.* 94, 1989-2000.
- KAUFMANN, L.D., F. DOHME-MEIER, A. MÜNGER, R.M. BRUCKMAIER und H.A. VAN DORLAND, 2012: Metabolism of grazed versus zero-grazed dairy cows throughout the vegetation period: hepatic and blood plasma parameters. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 96, 228-236.
- KAWASHIMA, C., M. MATSUI, T. SHIMIZU, K. KIDA und A. MIYAMOTO, 2012: Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave *postpartum* in high-producing dairy cows. *J. Reprod. Develop.* 58, 10-16.
- KESSEL, S., M. STROEHL, H.H.D. MEYER, S. HISS, H. SAUERWEIN, F.J. SCHWARZ und R.M. BRUCKMAIER, 2008: Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.* 86, 2903-2912.
- KESSLER, E.C., J.J. GROSS und R.M. BRUCKMAIER, 2013: Different adaptation of IGF-I and its IGF-BPs in dairy cows during a negative energy balance in early lactation and a negative energy balance induced by feed restriction in mid-lactation. *Veterinarni Medicina* 58, 459-467.
- KESSLER, E.C., J.J. GROSS, R.M. BRUCKMAIER und C. ALBRECHT, 2014: Cholesterol metabolism, transport, and hepatic regulation in dairy cows during transition and early lactation. *J. Dairy Sci.* 97, 5481-5490.
- KNIGHT, C.H., D.E. BEEVER und A. SORENSEN, 1999: Metabolic loads to be expected from different genotypes under different systems. Metabolic stress in dairy cows. *Br. Soc. Anim. Sci. Occas. Publ. No.* 24, 27-36.
- KOBAYASHI, Y., C.K. BOYD, C.J. BRACKEN, W.R. LAMBERSON, D.H. KEISLER und M.C. LUCY, 1999: Reduced growth hormone receptor (GHR) messenger ribonucleic Acid in liver of periparturient

- cattle is caused by a specific down-regulation of GHR 1A that is associated with decreased insulin-like growth factor I. *Endocrinology* 140, 3947-3954.
- KOLVER, E.S. und L.D. MULLER, 1998: Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1403-1411.
- KUHLA, B., C.C. METGES und H.M. HAMMON, 2016: Endogenous and dietary lipids influencing feed intake and energy metabolism of periparturient dairy cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 56, Suppl: S2-S10.
- LAPORTA, J., T.L. PETERS, K.E. MERRIMAN, C.M. VEZINA und L.L. HERNANDEZ, 2013: Serotonin (5-HT) affects expression of liver metabolic enzymes and mammary gland glucose transporters during the transition from pregnancy to lactation. *PLoS ONE* 8, e57847.
- LAPORTA, J., J.J. GROSS, T.D. CRENSHAW, R.M. BRUCKMAIER und L.L. HERNANDEZ, 2014: Short communication: Timing of first milking affects serotonin (5-HT) concentrations. *J. Dairy Sci.* 97, 2944-2948.
- LEBLANC, S.J., K.E. LESLIE und T.F. DUFFIELD, 2005: Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88, 159-170.
- LEMOUQUET, S., E. DELAMAIRE, H. LAPIERRE, J.W. BLUM und J.L. PEYRAUD, 2009: Effects of glucose, propionic acid, and nonessential amino acids on glucose metabolism and milk yield in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3244-3257.
- LEROY, J.L., G. OPSOMER, S. DE VLIEGHER, T. VANHOLDER, L. GOOSSENS, A. GELDHOF, P.E. BOLS, A. DE KRUIF und A. VAN SOOM, 2005: Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. *Theriogenology* 64, 2022-2036.
- LOCHER, L.F., N. MEYER, E.M. WEBER, J. REHAGE, U. MEYER, S. DÄNICKE und K. HUBER, 2011: Hormone-sensitive lipase protein expression and extent of phosphorylation in subcutaneous and retroperitoneal adipose tissues in the periparturient dairy cow. *J. Dairy Sci.* 94, 4514-4523.
- MATTMILLER, S.A., C.M. CORL, J.C. GANDY, J.J. LOOR und L.M. SORDILLO, 2011: Glucose transporter and hypoxia-associated gene expression in the mammary gland of transition dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 94, 2912-2922.
- MOE, P.W. und H.F. TYRRELL, 1972: Metabolizable energy requirements of pregnant dairy cows. *J. Dairy Sci.* 55, 480-483.
- MOYES, K.M., E. BENDIXEN, M.C. CODREA und K.L. INGVAERTSEN, 2013: Identification of hepatic biomarkers for physiological imbalance of dairy cows in early and mid lactation using proteomic technology. *J. Dairy Sci.* 96, 3599-3610.
- MÜNGER, A., S. INEICHEN, J.O. ZEITZ, O. WELLNITZ und F. DOHME-MEIER, 2014: Effect of different levels of soluble carbohydrates in hay on ruminal fermentation, microbial profile and plasma acute phase protein concentration in dairy cows. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 23, 31.
- OFTEDAL, O.T., 2012: The evolution of milk secretion and its ancient origins. *Animal* 6, 355-368.
- OLTENACU, P.A. und B. ALGERS, 2005: Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Ambio* 34, 4-5.
- PACHECO, D., K. LOWE, M.J. HICKEY, J. L. BURKE und G.P. COSGROVE, 2010: Seasonal and dietary effects on the concentration of urinary N from grazing dairy cows. *Proc. 4th Australasian Sci. Sympos.*, 68-73.
- RABOISSON, D., M. MOUNIÉ und E. MAIGNÉ, 2014: Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: a meta-analysis and review. *J. Dairy Sci.* 97, 7547-7563.
- REIST, M., D. ERDIN, D. VON EUW, K. TSCHUEMPERLIN, H. LEUENBERGER, C. DELAVAUD, Y. CHILLIARD, H.M. HAMMON, N. KUENZI und J.W. BLUM, 2003: Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin. *J. Dairy Sci.* 86, 1690-1706.
- RHOADS, R.P., J.W. KIM, B.J. LEURY, L.H. BAUMGARD, N. SEGOALLE, S.J. FRANK, D.E. BAUMAN und Y.R. BOISCLAIR, 2004: Insulin increases the abundance of the growth hormone receptor in liver and adipose tissue of periparturient dairy cows. *J. Nutr.* 134, 1020-1027.
- SANGSRITAVONG, S., D.K. COMBS, R. SARTORI, L.E. ARMENTANO und M.C. WILTBANK, 2002: High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85, 2831-2842.
- SEJRSEN, K., J.T. HUBER, H.A. TUCKER und R.M. AKERS, 1982: Influence of nutrition of mammary development in pre- and postpubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 65, 793-800.
- SINGH, S.P., S. HÄUSSLER, J.J. GROSS, F.J. SCHWARZ, R.M. BRUCKMAIER und H. SAUERWEIN, 2014: Short communication: circulating and milk adiponectin change differently during energy deficiency at different stages of lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 1535-1542.
- SORDILLO, L.M. und W. RAPHAEL, 2013: Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29, 267-278.
- STOBO, I.J., J.H. ROY und H.J. GASTON, 1966: Rumen development in the calf. 1. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. *Br. J. Nutr.* 20, 171-188.
- SUMNER, J.M. und J.P. McNAMARA, 2007: Expression of lipolytic genes in the adipose tissue of pregnant and lactating Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 90, 5237-5246.
- SYMONDS, M.E., S. PEARCE, J. BISPHAM, D.S. GARDNER und T. STEPHENSON, 2004: Timing of nutrient restriction and programming of fetal adipose tissue development. *Proc. Nutr. Soc.* 63, 397-403.
- TEN NAPEL, J., M.P.L. CALUS, H.A. MULDER und R.F. VEERKAMP, 2009: Genetic concepts to improve robustness of dairy cows. In: *Breeding for robustness in cattle* (eds. M. Klopčič, R. Reents, J. Philipsson, A. Kuipers), EAAP publication No. 126, Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, 35-44.
- THANNER, S., F. SCHORI, R.M. BRUCKMAIER und F. DOHME-MEIER, 2014a: Grazing behaviour, physical activity and metabolic profile of two Holstein strains in an organic grazing system. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 98, 1143-1153.
- THANNER, S., F. DOHME-MEIER, S. GÖRS, C.C. METGES, R.M. BRUCKMAIER und F. SCHORI, 2014b: The energy expenditure of two Holstein cow strains in an organic grazing system. *J. Dairy Sci.* 97, 2789-2799.
- TYLER, J.W., B.J. STEEVENS, D.E. HOSTETLER, J.M. HOLLE und J.L. DENBIGH JR, 1999: Colostral immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. *Am. J. Vet. Res.* 60, 1136-1139.
- URIBE, H.A., B.W. KENNEDY, S.W. MARTIN und D.F. KELTON, 1995: Genetic parameters for common health disorders of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78, 421-430.
- VAN DORLAND, H.A., S. RICHTER, I. MOREL, M.G. DOHERR, N. CASTRO und R.M. BRUCKMAIER, 2009: Variation in hepatic

- regulation of metabolism during the dry period and in early lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 1924-1940.
- VAN EETVELDE, M., M.M. KAMAL, M. HOSTENS, L. VANDAELE, L.O. FIEMS und G. OPSOMER, 2016: Evidence for placental compensation in cattle. *Animal* 10, 1342-1350.
- VON SOOSTEN, D., U. MEYER, M. PIECHOTTA, G. FLACHOWSKY und S. DÄNICKE, 2012: Effect of conjugated linoleic acid supplementation on body composition, body fat mobilization, protein accretion, and energy utilization in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 1222-1239.
- VUKASINOVIC, N., N. BACCIU, C.A. PRZYBYLA, P. BODDHIREDDY und S.K. DENISE, 2017: Development of genetic and genomic evaluation for wellness traits in US Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 100, 428-438.
- WALLACE, J.M., R.P. AITKEN und M.A. CHEYNE, 1996: Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. *J. Reprod. Fert.* 107, 183-190.
- WEAVER, S.R., A.P. PRICHARD, E.L. ENDRES, S.A. NEWHOUSE, T.L. PETERS, P.M. CRUMP, M.S. AKINS, T.D. CRENSHAW, R.M. BRUCKMAIER und L.L. HERNANDEZ, 2016: Elevation of circulating serotonin improves calcium dynamics in the peripartum dairy cow. *J. Endocrinol.* 230, 105-123.
- ZARRIN, M., L. DE MATTEIS, M.C.M.B. VERNAY, O. WELLNITZ, H.A. VAN DORLAND und R.M. BRUCKMAIER, 2013: Long-term elevation of β -hydroxybutyrate in dairy cows through infusion: effects on feed intake, milk production, and metabolism. *J. Dairy Sci.* 96, 2960-2972.
- ZARRIN, M., L. GROSSEN-RÖSTI, R.M. BRUCKMAIER und J.J. GROSS, 2017: Elevation of blood β -hydroxybutyrate concentration affects glucose metabolism in dairy cows before and after parturition. *J. Dairy Sci.* 100, 2323-2333.
- ZARRIN, M., O. WELLNITZ, H.A. VAN DORLAND und R.M. BRUCKMAIER, 2014a: Induced hyperketonemia affects the mammary immune response during lipopolysaccharide challenge in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 330-339.
- ZARRIN, M., O. WELLNITZ, H.A. VAN DORLAND, J.J. GROSS und R.M. BRUCKMAIER, 2014b: Hyperketonemia during LPS induced mastitis affects systemic and local intramammary metabolism in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 3531-3541.
- ZBINDEN, R.S., M. FALK, A. MÜNGER, F. DOHME-MEIER, H.A. VAN DORLAND, R.M. BRUCKMAIER und J.J. GROSS, 2017: Metabolic load in dairy cows kept in herbage-based feeding systems and suitability of potential markers for compromised well-being. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 101, 767-778.

Versuchsergebnisse und praktische Erfahrungen zur Fütterung von Milchkühen im geburtsnahen Zeitraum – Futteraufnahme vor der Kalbung

Experimental results and practical experience in feeding transition dairy cows – feed intake before calving

Thomas Engelhard^{1*}, Katharina Götze², Yvonne Naumann³ und Petra Kühne⁴

Zusammenfassung

Bei einzeltierbezogenen Messungen der Futteraufnahme von trockenstehenden Milchkühen in den letzten Tagen vor der Kalbung (*ante partum*, a.p.) wurde in zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungen jeweils eine starke tierindividuelle Variation des Trockenmasseverzehrs festgestellt. Kühe mit geringer Futteraufnahme ($< \text{Mittelwert} - 0,5 \times \text{Standardabweichung}$) fraßen im Mittel 30 % (Untersuchung 2) bis 40 % (Untersuchung 1) weniger Trockenmasse als die Kühe mit hoher Futteraufnahme ($> \text{Mittelwert} + 0,5 \times \text{Standardabweichung}$). Nach der Kalbung (*post partum*, p.p.) setzte sich die geringere Futteraufnahme in der Früh lactation fort und ging mit reduzierter Milchleistung und höherer Stoffwechselbelastung einher. Die Gründe für die zurückbleibende Futteraufnahme wurden als Ursachenkomplex ermittelt, dem mit gutem Herden- und Fütterungsmanagement entgegenzuwirken ist. Das Erkennen der Problemtiere mit geringer Futteraufnahme a.p. ist die Voraussetzung dafür. Die Untersuchungen ergaben, dass eine visuelle Beurteilung der Pansenfüllung dazu geeignet und zu empfehlen ist.

Die Berücksichtigung der Futteraufnahme a.p. im Controlling und im Herdenmanagement kann zur Verbesserung der Tiergesundheit, zur Reduzierung der Abgangsraten sowie zur Ausschöpfung des Milchleistungspotenzials beitragen.

Schlagwörter: Fütterungsmanagement, Transitfütterung, Controlling, Trockenmasseaufnahme *ante partum*, Pansenfüllung, Stoffwechselfgesundheit

Summary

Two experiments measuring individual feed intake of dry dairy cows during the last few days before calving (*ante partum*, a.p.) showed a high variation in individual dry matter intake. Cows with low feed intake ($< \text{average} - 0.5 \times \text{standard deviation}$) consumed 30% (experiment 2) to 40% (experiment 1) less dry matter than those with high intake ($> \text{average} + 0.5 \times \text{standard deviation}$). After calving (*post partum*, p.p.) low feed intake was continuing during early lactation and was related to lower milk yield and increased metabolic stress. The decreased feed intake is due to complex reasons, that have to be prevented by an appropriate herd- and feeding-management. Thus it is essential to identify problematical cows with low feed intake a.p. It has been shown that the visual assessment of rumen fill is a suitable measure, which can be recommended.

Considering feed intake a.p. in monitoring and in herd-management can improve animal health, reduce replacement rate and contributes to realize the cow's potential for milk yield.

Keywords: Feeding management, feeding in transition period, controlling, dry matter intake *ante partum*, rumen fill, metabolic health

1. Einleitung

Rationen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum sind nach den Grundsätzen guter fachlicher Fütterungspraxis zu berechnen und zusammenzustellen. Die für die Fütterungsabschnitte vor und nach der Kalbung empfohlenen Energie- und Nährstoffkonzentrationen der Rationen (STAUFENBIEL et al. 2007, DLG 2012) setzen die Realisierung der jeweils unterstellten bzw. ausreichenden Futteraufnahme

voraus (GRUBER et al. 2004). Das in den letzten Wochen bzw. Tagen vor der Abkalbung und in der Früh lactation eingeschränkte Futteraufnahmevermögen der Kühe führt in starker Ausprägung zur unphysiologischen Unterdeckung des Bedarfs, insbesondere an Energie. Deshalb wird eine möglichst hohe Futteraufnahme angestrebt. Weiters ist die direkte sowie die anhand tierseitiger Reaktionen vorgenommene indirekte Einschätzung der tatsächlichen Futteraufnahme im Fütterungscontrolling besonders bedeutsam. Das

¹ Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Tierhaltung und Technik, Lindenstraße 18, D-39606 Iden

² Freie Universität Berlin, Klinik für Klauentiere, Königsweg 65, D-14163 Berlin

³ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Theodor-Lieser-Straße 11, D-06120 Halle/S.

⁴ Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotoxologie und Landschaftsentwicklung, Strenzfelder Allee 28, D-06406 Bernburg

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. agr. Thomas Engelhard, email: thomas.engelhard@llg.mule.sachsen-anhalt.de

praktische Fütterungscontrolling sollte dazu komplex unter Verwendung verschiedener aussagekräftiger Parameter aufgebaut sein, die im Maßstab der Herde bzw. der Gruppe oder des Laktationsabschnittes als Durchschnittswerte bzw. für das Einzeltier betrachtet werden (ENGELHARD und ZARWEL 2013, ENGELHARD 2016).

- Futteraufnahme (Futtermvorage, Futterreste)
- Molkerei- und Melkstand-Daten
 - Daten Milchleistungsprüfung (Milchmenge, Milchinhaltstoffe)
- Körperkondition
- Wiederkauverhalten
- Pansenfüllung, Pansenmotorik (peripartal)
- Schnelltests in Blut, Harn und Milch
- Stoffwechseldaten aus Herdendiagnostik, Erkrankungsstatistik, Fruchtbarkeitsdaten

Direkte Messungen der Futteraufnahme von einzelnen Kühen sind in der Praxis und insbesondere bei Laufstallhaltung nicht möglich. Eine einzeltierbezogene Einschätzung und Bewertung des Verzehrs im geburtsnahen Zeitraum ist aber unbedingt anzustreben, auch schon a.p. für die Phase der Vorbereitungs fütterung. Die Energiebilanz von Milchkühen in diesem Abschnitt steht im Zusammenhang mit der Energiebilanz und dem Status des Energie- und Fettstoffwechsels p.p. im Verlauf der Früh laktation. Bei einer deutlich negativ ausgeprägten Energiebilanz a.p. und intensivem Körperfettabbau setzen sich problematische Versorgungs- und Stoffwechselsituationen oft p.p. fort und verstärken sich (BERTICS et al. 1992, SANDER et al. 2010). Die Energiebilanz wird a.p. ganz wesentlich von der Höhe der Futteraufnahme beeinflusst und deutlich weniger vom Bedarf, als dies p.p. der Fall ist.

In verschiedenen Studien wurden die Zusammenhänge zwischen geringer Aufnahme an Trockenmasse (TM) a.p. und dem Auftreten von Erkrankungen bzw. erhöhten Abgangsraten p.p. beobachtet (GOLDHAWK et al. 2009, HUZZEY et al. 2007). Die tierindividuelle Futteraufnahme a.p. kann somit auch ein Indikator für das Erkennen von Risikotieren sein und so im komplexen Controlling genutzt werden. Dazu könnte die Methode zur Schätzung der Futteraufnahme mittels „Hungergruben-Score“ nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2003) mit Rückschluss auf die Pansenfüllung zur Anwendung kommen (BURFEIND et al. 2010, FISCHER et al. 2008, HEUWIESER et al. 2012, KILIAN 2012).

In zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungen in der Milchviehherde der LLG Iden wurden Effekte differenzierter Futteraufnahmen von Milchkühen a.p. auf deren Energie- und Fettstoffwechsel sowie auf die Leistungen p.p. geprüft. Weiterhin sollte festgestellt werden, ob es möglich ist, die Futteraufnahmen auch a.p. anhand der visuellen Bewertung der Pansenfüllung ausreichend sicher einzuschätzen, um im praktischen Controlling während der Vorbereitungs fütterung a.p. Problemsituationen für Kuhgruppen oder schlecht fressende Einzeltiere zu identifizieren.

2. Material und Methoden

In die Untersuchung 1 wurden 106 Kühe der Rasse Deutsche Holstein (DH) einbezogen, in die Untersuchung 2 waren es

107 Tiere. Während der Vorbereitungs fütterung wurde die Futteraufnahme an Wiegetrögen mit Tiererkennung erfasst, in der Untersuchung 1 während der letzten fünf Tage a.p. in der Gruppenkalbebox, in der Untersuchung 2 vollständig während der letzten drei Wochen a.p. sowie danach durchgehend auch vom 1. bis zum 60. Laktationstag. Die betriebsüblichen Futterrationen waren nach den Empfehlungen der DLG (2012) zusammengestellt und wiesen im Mittel folgende ausgewählte Eckwerte der Konzentrationen auf (bezogen auf TM):

Vorbereitungs fütterung: 6,6 MJ NEL, 141 g Rohprotein, 148 g nXP, 202 g Rohfaser, 395 g aNDFom, 220g Stärke + Zucker

Früh laktation: 7,1 MJ NEL, 163 g Rohprotein, 157 g nXP, 167 g Rohfaser, 307 g aNDFom, 248 g Stärke + Zucker

In der Untersuchung 1 wurde bei einer Stichprobe von 59 Kühen im Prüfzeitraum a.p. mindestens eine Bewertung der Pansenfüllung ca. vier Stunden nach der täglichen Fütterung vorgenommen („Hungergruben-Score“ nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2003): Score 1 = „sehr schlechte Füllung“ bis Score 5 = „sehr starke Füllung“, Zielwert a.p. $\geq 3,5$. Beurteilung links hinter der Kuh stehend). Während der Untersuchung 2 erfolgte diese Einschätzung täglich im gesamten peripartalen Versuchszeitraum bei allen Kühen.

Die Messung der Milchmenge wurde in der Früh laktation täglich und die Analyse der MilCHFett- und Milcheiweißgehalte wöchentlich vorgenommen. Die Kühe wurden zum Trockenstellen gewogen sowie die Körperkondition eingeschätzt („Body Condition Score“ (BCS) nach EDMONDSON et al. 1989) und auch die Rückenfettdicke (RFD) gemessen. In der Untersuchung 2 erfolgte dies wiederholt im gesamten Untersuchungszeitraum.

Während der ersten drei Laktationstage wurden den Kühen einmal sowie in den ersten beiden Laktationsmonaten mehrmals Blutproben entnommen. Darin wurden die Gehalte an freien, unveresterten Festsäuren (NEFA) und an β -Hydroxybutyrat (BHB) zur Beurteilung des Energie- und Fettstoffwechsel-Status untersucht. In der Untersuchung 2 fand dies auch am 21., 14. und 7. Tag vor der erwarteten Kalbung und zusätzlich zu allen Proben tagen für die Leberenzyme AST, GLDH sowie GGT statt.

In der Untersuchung 1 konnte eine komplette Datenerfassung zu allen vorgesehenen Untersuchungsparameter nicht für alle Kühe erreicht werden. Die für die unterschiedlichen Parameter jeweils zur Verfügung stehende Anzahl an Kühen bzw. Datensätzen ist den Tabellen des Ergebnisteils zu entnehmen.

In der Untersuchung 2 konnte ein erweitertes Parameterspektrum ausgewertet werden. Einbezogen wurden Leistungs- und Fruchtbarkeitsdaten der Vorlaktation, Informationen zum Kalbeverlauf im Untersuchungszeitraum sowie die Ergebnisse der kontinuierlichen klinischen Untersuchungen der Tiere, u.a. zum Status der Klauengesundheit („Locomotion Score“ nach DIRKSEN et al. 2012).

Zur Datenauswertung erfolgte in beiden Untersuchungen jeweils die Bildung von drei Auswertungsklassen in Abhängigkeit von der mittleren TM-Aufnahme in den letzten Tagen vor der Kalbung. Die Klassenbildung wurde jeweils anhand des Mittelwertes für alle einbezogenen Tiere einer

Untersuchung und der berechneten Standardabweichung vorgenommen:

Klasse 1 = TM-Aufnahme a.p. „Gering“: < Mittelwert minus $0,5 \times$ Standardabweichung

Klasse 2 = TM-Aufnahme a.p. „Mittel“: $0,5 \times$ Standardabweichung < Mittelwert < $0,5 \times$ Standardabweichung

Klasse 3 = TM-Aufnahme a.p. „Hoch“: > Mittelwert plus $0,5 \times$ Standardabweichung

Dabei ergaben sich die in *Tabelle 1* dargestellten Einteilungen für die Kühe in die Auswertungsklassen.

Tabelle 1: Auswertungsklassen in Abhängigkeit von der mittleren täglichen TM-Aufnahme der Kühe in den letzten Tagen ante partum

Auswertungsklasse „TM-Aufnahme ante partum“		
„Gering“ [1]	„Mittel“ [2]	„Hoch“ [3]
Untersuchung 1 (1,5 Tage ante partum)		
< 11,5 kg	11,5 bis 14,3 kg	> 14,3 kg
Untersuchung 2 (7 Tage ante partum)		
< 12,6 kg	12,6 bis 15,2 kg	> 15,2 kg

Für die beiden zeitversetzt bearbeiteten Untersuchungen kamen in Abhängigkeit von den jeweils gegebenen Voraussetzungen und Möglichkeiten zum Teil unterschiedliche statistische Verfahren der Datenauswertung zur Anwendung. Für die statistische Auswertung der Daten in Untersuchung 1 und 2 fand das Programm SPSS mit verschiedenen Verfahren Anwendung: Kolmogorov-Smirnov-Test, einfache Mittelwertvergleiche (ANOVA) bei $p \leq 0,05$, univariate Varianzanalyse, Korrelationen nach Pearson und Spearman, Regressionen („mit Einschluss“, logarithmisch, exponentiell). In der Untersuchung 2 wurden die statistischen Mittelwertvergleiche zwischen den Klassen für die täglich erfassten Parameter mittels gemischtem linearem Modell (Testtagsmodell) mit der SAS-Prozedur MIXED vorgenommen. Kennzeichnung mit abc weisen in den Tabellen auf dabei ermittelte signifikante Mittelwertdifferenzen hin

($p < 0,05$), Kennzeichnungen mit * im Text auf signifikante Korrelationen.

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchung 1

In *Tabelle 2* sind für die Untersuchung 1 die TM-Aufnahmen a.p. nach Auswertungsklassen ausgewiesen. Die Tiere der Klasse 1 fraßen im Erfassungszeitraum im Durchschnitt 6,3 kg TM weniger als die Kühe der Klasse 3. Das entspricht einem Minderverzehr von 40 %. Die schlechter fressenden Kühe der Auswertungsklasse 1 waren im Mittel älter und 70 bzw. 60 kg schwerer als die Tiere der Klassen 2 und 3.

Für die Tiere der Klasse 1 wurden in der Folgelaktation im Mittel geringere Milchleistungen im 1. Laktationsdrittel gemessen als bei den Kühen der Klasse 3, die Milchweißgehalte waren gegenüber beiden Vergleichsklassen signifikant verringert.

Die Belastungen des Energie- und Fettstoffwechsels stiegen im Mittel der Auswertungsklassen mit abnehmenden Futteraufnahmen a.p. deutlich an. Dies zeigen die mittleren Messwerte von BHB und NEFA in den Blutproben und deren Einordnung zu dem von STAUFENBIEL (2008) benannten jeweiligen Referenzbereich (NEFA 1. Woche p.p. < 0,8 mmol/l, ab der 2. Woche p.p. < 0,4 mmol/l; BHB: < 1,0 mmol/l).

Bei der Pansenfüllung a.p. nach „Hungergruben-Score“ lag die beurteilte Stichprobe von Kühen der Klasse 1 im Mittel unter dem für den Abschnitt empfohlenem Zielbereich von $\geq 3,5$ (HULSEN 2004) und im Vergleich zur Klasse 3 signifikant niedriger. Für die Kühe der Auswertungsklasse 3 ergab sich ein Mittelwert im Zielbereich.

Für die Auswertungsklasse 3 waren keine Zwangsabgänge von Kühen wegen Stoffwechselstörungen im nachfolgenden 1. Laktationsdrittel zu verzeichnen. Von den Tieren der Auswertungsklasse 2 gingen 3 % und von denen der Klasse 1 11 % in diesem Zeitraum ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kühe in der Klasse 1 älter und schwerer waren als in den beiden anderen Klassen.

Tabelle 2: Leistungs- und Stoffwechseldaten sowie Pansenfüllung von Kühen mit unterschiedlicher TM-Aufnahme ante partum (Untersuchung 1)

Parameter	N	Futteraufnahme ante partum			N	N	N	N	N
		„Gering“ [1]	„Mittel“ [2]	„Hoch“ [3]					
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Laktationsnummer (p.p.)	30	4,8 ^a	2,3	3,8 ^b	1,8	41	3,5 ^b	1,4	
TM-Aufnahme a.p. (kg/Tag)	30	9,5 ^a	1,7	13,1 ^b	0,8	41	15,8 ^c	1,3	
Milchmenge (kg/Tag)	30	46,6 ^a	5,6	46,0 ^a	6,1	41	49,4 ^b	5,4	
Milchmenge (kg ECM/Tag)	30	46,5 ^a	6,3	45,8 ^a	5,7	41	49,6 ^b	5,6	
Milchfettgehalt (%)	30	3,97	0,44	3,94	0,64	41	3,94	0,45	
Milchweißgehalt (%)	30	3,10 ^a	0,20	3,22 ^b	0,25	41	3,22 ^b	0,20	
NEFA im Blut (mmol/l)									
1. Laktationswoche	24	1,15 ^a	0,51	0,84 ^b	0,53	27	0,78 ^b	0,35	
2.-3. Laktationswoche	22	0,80	0,55	0,84	0,62	26	0,75	0,47	
7.-8. Laktationswoche	16	0,47	0,18	0,49	0,30	22	0,38	0,13	
BHB im Blut (mmol/l)									
1. Laktationswoche	24	0,92 ^a	0,35	0,81	0,26	27	0,70 ^b	0,21	
2.-3. Laktationswoche	23	1,78 ^a	1,49	1,10 ^b	0,84	26	0,78 ^b	0,65	
7.-8. Laktationswoche	16	1,79 ^a	1,46	1,23	1,12	22	0,87 ^b	0,51	
Hungergruben-Score (a.p.)	20	3,0 ^a	0,8	3,4	0,7	20	3,7 ^b	0,6	

3.2 Untersuchung 2

Anders als in Untersuchung 1 wurde kein signifikanter Einfluss der Laktationsnummer auf die TM-Aufnahme in der letzten Woche a.p. ermittelt (Tabelle 3). Eine intensivere Beobachtung der Kühe a.p. und ggf. Reaktionen auf eine geringe Futteraufnahme mit prophylaktischen Maßnahmen zur Verbesserung des Verzehrs und zur Stabilisierung des Stoffwechsels können dazu beigetragen haben.

Ein Zusammenhang der TM-Aufnahme a.p. zur Körpermasse beim Trockenstellen war ebenfalls nicht zu verzeichnen ($r = -0,03$). Ebenso ergab sich keine signifikante Korrelation zur Milchleistung in der Vorlaktation ($r = 0,13$). Verschiebungen von 305-Tage-Leistungen und Gesamtleistungen zwischen den Klassen resultierten aus der differenzierten Laktationsdauer als Folge unterschiedlicher Zwischenkalbezeit (ZKZ). Ohne Einfluss der Rastzeit ($r = -0,03$) besteht ein Zusammenhang zwischen der ZKZ in der Vorlaktation und der TM-Aufnahme a.p. ($r = -0,35^*$). Ebenso ist dies für den Besamungsindex und den TM-Verzehr ermittelt worden ($r = -0,41^*$). Teilweise vorzeitiges Trockenstellen von Tieren als Reaktion auf verlängerte Laktationsdauer nach verspäteter Konzeption führte zu einer im Mittel verlängerten ersten Phase des Trockenstehens in der Klasse 1. Es ist zu vermuten, dass die verlängerte ZKZ und der erhöhte Besamungsindex Ausdruck von nicht bedarfsdeckender Versorgung oder Stoffwechselstörungen zum Start der Vorlaktation waren. Daraus lässt sich wiederum ableiten, dass es sich z. T. um stoffwechsellabilere Tiere mit sich in der Laktationsfolge wiederholenden Problemen in der peripartalen Phase handelte.

Es wurden signifikante Korrelationen von BCS ($r = -0,24^*$) sowie RFD ($r = -0,26^*$) beim Trockenstellen zum TM-Verzehr a.p. ermittelt. Die Kühe der Klasse 1 wiesen einen etwas höheren BCS auf, ohne im Durchschnitt zu fett zu sein. In Klasse 1 erreichten 15 % der Kühe oder überschritten aber den oberen BCS-Grenzwert für die Kalbung von 3,75 schon zum Trockenstellen. Die anderen beiden Klassen lagen im unteren Bereich des Optimums mit im Mittel knapper Konditionierung für Trockensteher. Bei 13 bzw. 8 % der Kühe ergab sich eine BCS-Note von $\geq 3,75$ zum Trockenstellen. Die zum Trockenstellen festgestellte

RFD lag im Durchschnitt für alle Gruppen unterhalb des von STAUFENBIEL (1997) angegebenen Optimalbereichs von 20 bis 25 mm. Für die Kühe der Auswertungsklasse 3 wurden dabei eine besonders knappe RFD ermittelt.

Auftretende Lahmheiten („Locomotion-Score“ > 1) nahmen signifikant Einfluss auf die Reduzierung der TM-Aufnahmen *ante partum*. Der tägliche TM-Verzehr von lahmen Tieren ($n = 25$) lag bei 12,5 kg TM, der von Kühen ohne solche Störung bei 14,3 kg TM. Zu anderen klinischen Erkrankungen ergaben sich keine gesicherten Zusammenhänge. Maßnahmen des intensiven Herdenmanagements können dazu beigetragen haben.

Als signifikante Einflussfaktoren auf die TM-Aufnahme a.p. wurden Merkmale der Geburt ermittelt. Mit Zwillingen tragende Kühe fraßen deutlich weniger (11,0 kg TM, $n = 5$) als die mit Einlingen tragenden (14,0 kg). Ebenso waren bei Totgeburten geringe TM-Aufnahmen schon a.p. zu verzeichnen (11,8 kg, $n = 7$) sowie ein Trend dazu bei mittelschweren bis schweren Geburten (12,8 kg, $n = 13$).

Differenzen in der TM-Aufnahme bestanden zwischen den Klassen im Mittel der gesamten Vorbereitungsphase (Tabelle 4, Abbildung 1). Für die Klasse 1 setzte sich der geringere Verzehr auch p.p. fort. Bei vergleichbaren Rationsangeboten variierte die Energieaufnahme zwischen den Klassen mit dem TM-Verzehr. Daraus resultierte eine im Mittel geringere Milchleistung für die Klasse 1.

Infolge dieser Anpassung an die Versorgungslage ergaben sich in der Früh-laktation keine ausgeprägten Unterschiede in der kalkulierten Energiebilanz (Abbildung 1). Diese waren dagegen a.p. in signifikantem Umfang vorhanden. Dabei lagen alle Klassen allerdings deutlich über dem nach GfE (2001) kalkulierten Energiebedarf.

Die Kühe der Klasse 1 verloren in der Trockenstehphase erkennbar an Kondition (BCS) (Tabelle 5), während in den Klassen 2 und 3 ein leichter Zuwachs zu verzeichnen war. Die Messungen der RFD ergaben dagegen jeweils Zunahmen, ansteigend mit der Höhe der TM- und Energieaufnahme. Solche Differenzen traten auch bei der Körpermasseentwicklung vom Trockenstellen bis nach der Kalbung auf. Die Geburtsgewichte der Kälber waren ähnlich

Tabelle 3: Daten der Versuchskühe mit unterschiedlicher TM-Aufnahme *ante partum* zur Vorlaktation und zum Trockenstellen (Untersuchung 2)

Parameter	Futteraufnahme <i>ante partum</i>					
	„Gering“ [1]		„Mittel“ [2]		„Hoch“ [3]	
	M	SD	M	SD	M	SD
N	34		37		36	
Nummer Vorlaktation	3,5	1,9	3,0	2,0	3,1	1,9
Vorlaktation Milchmenge (kg)	13.177	2.799	12.259	2.150	13.037	2.530
Milchmenge (kg, 305 Tage)	11.683	1.755	11.393	1.982	12.180	1.981
Fett- und Eiweißmenge (kg)	944	187	897	174	949	187
Fett- und Eiweißmenge (kg, 305 Tage)	821	101	828	106	871	102
Vorlaktation Rastzeit (Tage)	86	15	82	13	83	14
Zwischenkalbezeit (Tage)	429 ^a	62	390 ^b	50	383 ^b	36
Besamungsindex	3,5 ^a	1,9	2,0 ^b	1,5	1,9 ^b	1,0
Lebendmasse beim Trockenstellen (kg)	750	73	737	61	750	61
BCS-Note	3,3 ^a	0,4	3,1 ^{ab}	0,4	3,0 ^b	0,5
Rückenfettdicke (mm)	17,7 ^a	5,8	17,2 ^a	4,7	14,6 ^b	5,2
Trockenstehdauer Phase 1 (Tage)	37 ^a	14	31 ^b	3	30 ^b	2
Vorbereitung Phase 2 (Tage)	21	6	21	6	20	4

Tabelle 4: TM- und Energieaufnahme während der Vorbereitungs fütterung (a.p.) sowie Milchleistung und Milchhaltsstoffe in der Früh lactation (p.p.) der Versuchskühe in den Auswertungsklassen

Parameter	Futteraufnahme ante partum					
	„Gering“ [1]		„Mittel“ [2]		„Hoch“ [3]	
	M	SD	M	SD	M	SD
	3 Wochen ante partum					
TM-Aufnahme drei Wochen a.p. (kg/Tag)	12,4 ^a	0,2	14,3 ^b	0,2	16,9 ^c	0,2
NEL-Aufnahme drei Wochen a.p. (MJ/Tag)	81 ^a	1	93 ^b	1	110 ^c	1
	60 Tage post partum					
TM-Aufnahme p.p. (kg/Tag)	20,8 ^a	0,5	23,2 ^b	0,5	23,6 ^b	0,5
NEL-Aufnahme p.p. (MJ/Tag)	148 ^a	4	165 ^b	4	168 ^b	4
Milchleistung (kg/Tag)	41,5 ^a	1,1	45,1 ^b	1,1	45,4 ^b	1,1
Milchleistung (kg ECM/Tag)	41,6 ^a	0,8	44,9 ^b	0,8	46,9 ^b	0,8
Milchfettgehalt (%)	3,99	0,08	3,84	0,08	3,86	0,09
Milcheiweißgehalt (%)	3,15	0,03	3,21	0,03	3,18	0,03

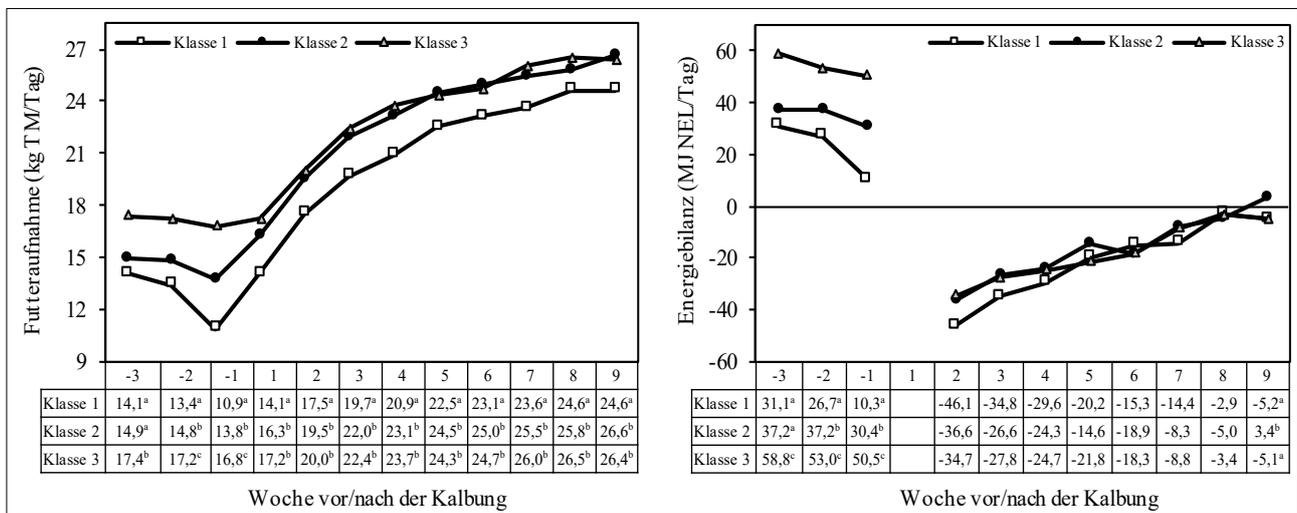


Abbildung 1: TM-Aufnahme und Energiebilanz der Kühe in den Auswertungsklassen während der Vorbereitungsphase ante partum und in der nachfolgenden Früh lactation

Tabelle 5: Veränderung von BCS und Rückenfettdicke sowie der Körpermasse der Versuchskühe in den Auswertungsklassen vom Trockenstellen bis zum 60. Laktationstag

Parameter	Futteraufnahme ante partum					
	„Gering“ [1]		„Mittel“ [2]		„Hoch“ [2]	
	M	SD	M	SD	M	SD
Body condition score (BCS)						
Trockenstellen bis 1.-3. Tag p.p.	-0,12 ^a	0,35	0,09 ^b	0,28	0,18 ^b	0,31
1.-3. Tag bis 60. Tag p.p.	-0,76	0,47	-0,71	0,41	-0,70	0,34
Rückenfettdicke (mm)						
Trockenstellen bis 1.-3. Tag p.p.	1,5	4,2	1,8	4,0	2,7	4,0
1.-3. Tag bis 60. Tag p.p.	-6,6	4,2	-7,9	4,2	-7,0	3,9
Körpermasse (kg)						
Trockenstellen bis 1.-3. Tag p.p.	-37 ^a	43	-22 ^{ab}	29	-12 ^b	39
1.-3. Tag bis 60. Tag p.p.	-50	52	-35	32	-48	32

(Klasse 1 – 41,9 kg, Klasse 2 – 42,9 kg, Klasse 3 – 41,1 kg) und nahmen somit keinen maßgeblichen Einfluss auf die Körpermasseentwicklung in diesem Abschnitt.

In der Früh lactation waren für die Veränderungen von BCS, RFD und Körpermasse in Übereinstimmung mit den Energiebilanzen keine gesicherten Differenzen zwischen den Klassen festzustellen.

Die Messwerte für NEFA im Blut lagen für die Klasse 1 schon a.p. auf einem höheren Niveau als die der Klasse 3 (Abbildung 2), was auf eine stärker einsetzende Lipolyse hinweist. Beginnend mit dem Tag der Kalbung stiegen die

NEFA-Gehalte dieser Tiere im Vergleich zu denen der Klassen 2 und insbesondere 3 stärker an und überschritten z. T. die Obergrenze des Referenzbereiches (STAUFENBIEL 2008). Dies erklärte sich nicht anhand der berechneten Energiebilanzen und der festgestellten Veränderungen von BCS, RFD und Körpermasse. Die mittleren BHB-Gehalte im Blut stiegen nach der Kalbung für die Klasse 1 ebenfalls am stärksten an. Zur vierten Laktationswoche wurde der Grenzwert von 1,0 mmol/l überschritten, was auf eine subklinisch ketogene Stoffwechsellage hindeutet. In der ersten Laktationswoche wurden für die Klasse 1 bei 23 %

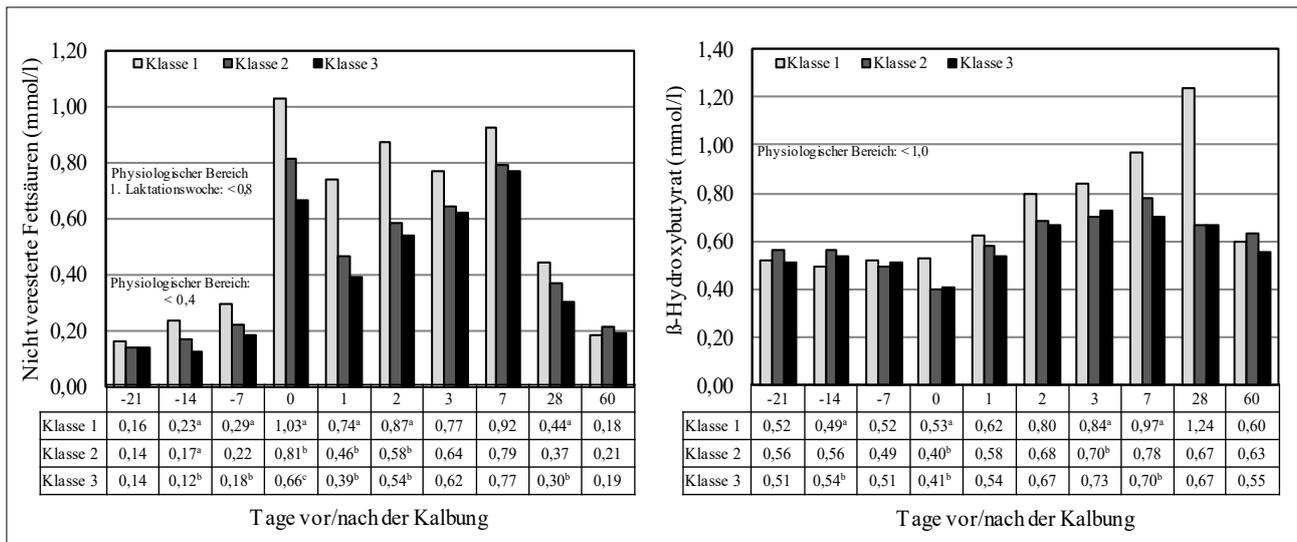


Abbildung 2: Gehalte an NEFA und BHB im Blut der Kühe der Auswertungsklassen während der Vorbereitungsphase *ante partum* und in der nachfolgenden Frühlaktation

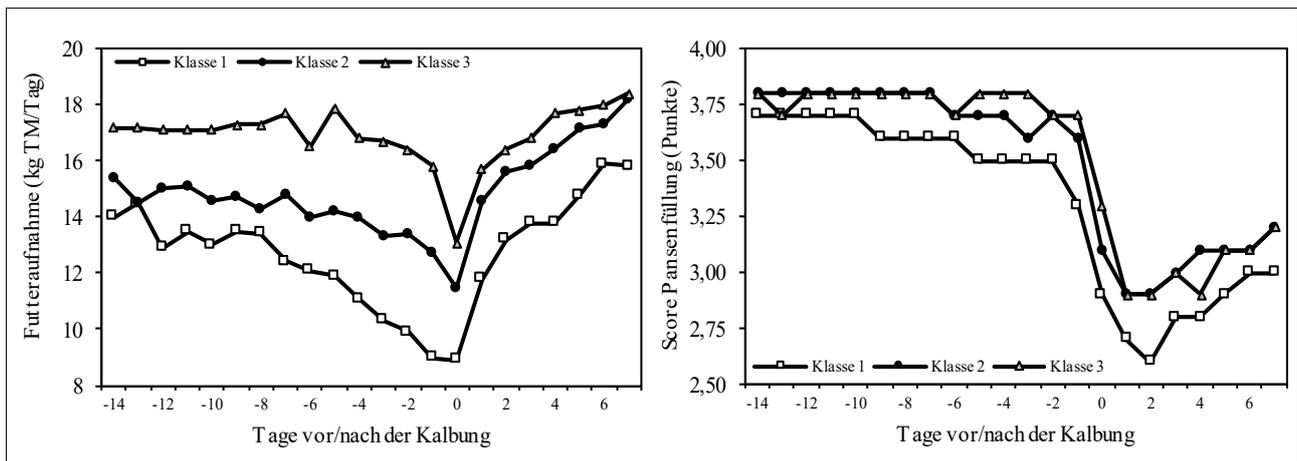


Abbildung 3: Verlauf der TM-Aufnahmen und der Pansenfüllung („Hungergruben-Score“) der Kühe der Auswertungsklassen in den letzten beiden Wochen *ante partum* und in der ersten Laktationswoche

der Einzelproben Grenzwertüberschreitungen beim BHB festgestellt (Klasse 2: 8 %, Klasse 3: 6 %). Für die Messzeitpunkte 28. und 60. Tag p.p. fielen zusammengefasst in der Klasse 1 26 % der Proben mit überhöhten Werten auf (Klasse 2: 8 %, Klasse 3: 0 %). Die Untersuchungen der Leberenzyme im Blut (AST, GLDH, GGT) ergaben keine gesicherten Klassenunterschiede, was auf Effekte vorgenommener stoffwechselstabilisierender Maßnahmen und auf physiologische Leistungsanpassungen hinweisen könnte.

Der Verlauf der täglichen TM-Aufnahme der Kühe in den letzten zwei Wochen a.p. zeigt für die Kühe der Klasse 1 neben dem geringeren Niveau auch den vergleichsweise stärksten Rückgang bis zur Kalbung (Abbildung 3). Der TM-Verzehr der Kühe der Klasse 3 befand sich dagegen bis kurz vor der Kalbung auf einem konstant hohen Niveau. Die ebenfalls dargestellten Mittelwerte der täglichen visuellen Bewertung der Pansenfüllung folgen im Verlauf der TM-Aufnahme und spiegeln diese wider. Die absoluten Differenzen sind dabei relativ gering und nicht so deutlich wie in der Untersuchung 1 zwischen den Auswertungsklassen 1 und 3. Trotzdem ergeben sich im Mittel der letzten fünf Tage a.p. und der ersten fünf Tage p.p. signifikant geringere

Noten für die Klasse 1 (vor der Abkalbung: Klasse 1: 3,46^a, Klasse 2: 3,65^b, Klasse 3: 3,74^b. nach der Abkalbung: Klasse 1: 2,78^a, Klasse 2: 3,00^b, Klasse 3: 2,98^b) und bestätigen die Aussagekraft und praktische Anwendbarkeit der Methode des „Hungergruben-Score“ im praktischen Controlling.

4. Fazit, Ableitungen und Empfehlungen für das praktische Fütterungsmanagement

Auch bei trockenstehenden Milchkühen ist in den letzten Tagen vor der Kalbung von einer hohen tierindividuellen Variation der Futteraufnahme auszugehen. Bei Tieren mit sehr geringer Futteraufnahme *ante partum* ist in der nachfolgenden Frühlaktation weiterhin mit ungenügendem Verzehr zu rechnen, mit verstärktem Auftreten von Stoffwechselstörungen, geringerer Milch- und Milcheiweißleistung sowie mit mehr unfreiwilligen Kuhabgängen aus dem Bestand.

Mit der Beurteilung der Pansenfüllung zur Einschätzung der Futteraufnahme ergibt sich auch schon a.p. die Möglichkeit, Kühe mit unterdurchschnittlichem bzw. schlechtem Futterverzehr im Rahmen des praktischen Fütterungscontrollings gut zu erkennen und darauf im Management zu reagieren.

Dazu kann der „Hungergruben-Score“ nach ZAAIJER und NOORDHUIZEN (2003) verwendet werden. Bei einem insgesamt höheren Niveau der Futteraufnahme a.p. in gut gemanagten Herden sind im Mittel geringere Differenzen im „Hungergruben-Score“ zwischen Kühen mit unterschiedlicher Futteraufnahme zu erwarten. Trotzdem bleibt dieses Bewertungsverfahren in der Anwendung empfehlenswert, um ggf. auffällige Tiere rechtzeitig als „Risikokühe“ zu erkennen und zu betreuen.

Die Versuchskühe in beiden vorgestellten Untersuchungen waren im Mittel nicht zu fett, die Kühe mit geringerer TM-Aufnahme a.p. jedoch etwas stärker konditioniert, die Kühe mit höherem Verzehr eher knapp. Grundsätzlich bleibt im Fütterungsmanagement zu beachten, dass überhöhte Körperkondition ($BCS \geq 4$, Rückenfettdicke > 25 mm) zu reduzierter Futteraufnahme und zu Stoffwechselproblemen im geburtsnahen Zeitraum führt. Um dies als Bestandsproblem und soweit wie möglich für Einzeltiere auszuschließen, ist die Körperkondition in das Controlling in der Spätlaktation und ggf. der ersten Phase einer untersetzten Trockenstehfütterung zwingend einzubeziehen. Im Bedarfsfall sind Korrekturen in der Versorgung mit Futterenergie durch Rationsanpassungen vorzunehmen.

Lahmheiten wurden im Versuchsbetrieb als signifikant negativ auf die Futteraufnahme a.p. wirkende Einflussgröße ermittelt. In solchen Fällen weisen die Kühe mit dem geringen Verzehr oftmals eine sehr knappe Körperkondition auf. Verbesserungen der Klauengesundheit durch Maßnahmen in Haltung und Management dienen dann zur gewünschten Steigerung von Körperkondition und Futteraufnahmen.

Folgen einer gestörten Früh-laktation und einer zu stark negativ ausgeprägten Energiebilanz sind häufig Fruchtbarkeitsprobleme mit einer unfreiwillig verlängerten Zwischenkalbezeit. Häufig sind betroffene Kühe vor der nächsten Kalbung wiederum mit geringer Futteraufnahme und danach mit Stoffwechselstörungen auffällig.

Kontinuierlich und konsequent umgesetzte Maßnahmen zur Optimierung des Managements von Fruchtbarkeit, Trockenstehzeit und Klauengesundheit wirken somit förderlich auf die TM-Aufnahme a.p. und tragen damit zur Stabilisierung der Stoffwechselgesundheit zum Laktationsstart bei. Zu beachten ist, dass Kühe mit Zwillingsträchtigkeiten und mit problematischen Geburten schon a.p. weniger fressen. Die Futteraufnahme a.p. könnte demnach ein Indikator für solche Problemsituationen sein.

Vor den beiden im Beitrag ausführlich dargestellten Untersuchungen zur Futteraufnahme von Holstein-Kühen in den letzten Tagen a.p. fanden schon erste Erhebungen zum TM-Verzehr an fast 300 Kühen im Versuchsbetrieb statt (Untersuchung 0). Die *Tabelle 6* zeigt, dass jeweils ein Anstieg in den drei aufeinanderfolgend durchgeführten Untersuchungen bzw. den entsprechenden Zeiträumen zu

verzeichnen war. Der Anstieg fiel für das Drittel der Kühe mit der geringsten Futteraufnahme von Untersuchung 0 zu Untersuchung 2 deutlicher aus (33 %) als für das Drittel mit dem höchsten TM-Verzehr (11 %).

Während bei hoher Futteraufnahme vor der Kalbung keine oder wenig Kühe in Folge von Stoffwechselstörungen oder Folgeerkrankungen abgingen, war dies bei geringer Futteraufnahme in höherem Umfang der Fall. Jedoch kam es im zeitlichen Verlauf bzw. von Untersuchung zu Untersuchung zur deutlichen Reduzierung solcher Zwangsabgänge in dieser Auswertungsklasse. Dies ist auf den „Lerneffekt“ für das Controlling in Form intensiver Beobachtung a.p., besserer Erkennung von Problemsituationen und Problemtieren sowie darauf basierender rechtzeitiger und damit erfolgreicherer Prophylaxe von Stoffwechselproblemen zu erklären. Diese Management-Maßnahmen waren in allen Untersuchungen zulässig, wurden in der Untersuchung 2 aufgrund der vorher ermittelten Ergebnisse und gesammelten Erfahrungen aber deutlich intensiviert. So blieben insbesondere ältere und schwerere Kühe nicht so deutlich im TM-Verzehr a.p. zurück. Auch dazu haben die in der Herde etablierten Managementmaßnahmen beigetragen.

Die TM-Aufnahme von Milchkühen mit hohem Leistungspotenzial ist als bedeutende Einflussgröße und als Indikator für die Versorgungslage sowie für die Stoffwechselstabilität und die Gesundheit der Tiere im peripartalen Zeitraum in das Management einzuordnen.

Die Beobachtung der Futteraufnahme in der Phase der Vorbereitungsfütterung über die Dokumentation der Futtervorlage und des verbleibenden Futterrestes sowie insbesondere über die intensive und wiederholte, einzeltierbezogene Bewertung der Pansenfüllung sind als ein wichtiges Element des komplexen Fütterungscontrollings im geburtsnahen Zeitraum in der Anwendung unbedingt zu empfehlen.

5. Literatur

- BERTICS, S.J., R.R. GRUMMER, C. CARDORNIGA-VALINO, D.W. LACOUNT und E.E. STODDARD, 1992: Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.* 75, 1914-1922.
- BURFEIND, O., P. SEPULVEDA, M.A.G. von KEYSERLINGK, D.M. WEARY, D.M. VEIRA und W. HEUWIESER, 2010: Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93, 3635-3640.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 2012: Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum. DLG-Verlag, Frankfurt.
- DIRKSEN, G., H.D. GRÜNDER und M. STÖBER, 2012: Die Klinische Untersuchung des Rindes (4. Auflage). Enke Verlag, Stuttgart.
- EDMONDSON, A., I. LEAN, L. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-77.

Tabelle 6: TM-Aufnahme in den letzten fünf Tagen vor der Kalbung von Kühen mit geringem oder hohem Verzehr und Abgänge nach Stoffwechselstörungen im 1. Laktationsdrittel

Jahr [Untersuchung]	Futteraufnahme „Niedrig“		Futteraufnahme „Hoch“	
	Futteraufnahme (kg TM)	Abgänge (%)	Futteraufnahme (kg TM)	Abgänge (%)
2010/11 [0]	7,9	22	15,1	0
2012/13 [1]	9,5	11	15,8	0
2015/15 [2]	10,5	6	16,8	3

- ENGELHARD, T., 2016, Zielstellung Stoffwechselfgesundheit, Tierwohl und Lebensleistung – Praktisches Fütterungsmanagement in einer Milchviehherde. XVII. Brandenburger Nutztierforum, DGfZ-Schriftenreihe, Heft 70, 29-33.
- ENGELHARD, T. und H. ZARWEL, 2013: Fütterungsmanagement und Fütterungscontrolling in einer Milchviehherde mit hoher Lebensleistung – Schwerpunkt Stoffwechselstabilität. 38. Leipziger Fortbildungsveranstaltung für Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät. Leipzig, 21. Juni 2013.
- FISCHER, B., E. RIEMANN und B.-A. TENHAGEN, 2008: Zusammenhänge zwischen der visuellen Bewertung des Pansenfüllungsstandes und ausgewählten Merkmalen im Zeitraum der Kalbung. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 9.-10.04.2008, 49-53.
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GOLDHAWK, C., N. CHAPINAL, D.M. VEIRA, D.M. WEARY und M.A.G. von KEYSERLINGK, 2009: Parturient feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *J. Dairy Sci.* 92, 4971-4977.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, Rostock, 13.-17. September 2004, Kongressband 2004, 484-504.
- HEUWIESER, W. und O. BURFEIND, 2012: Studien zur Genauigkeit postpartaler Untersuchungen beim Rind. *Tierärztl. Praxis* 40, 251-254.
- HULSEN, J., 2004: Kuhsignale – Krankheiten und Störungen früher erkennen. Verlag Roodbont.
- HUZZEY, J.M., D.M. VEIRA, D.M. WEARY und M.A.G. von KEYSERLINGK, 2007: Parturient behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 90, 3220-3233.
- KILIAN, C., 2012: Beurteilung des Pansenfüllungsstandes von Milchkühen während der Laktation. Bachelorarbeit, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Hochschule Neubrandenburg.
- SANDER, A., M. PIECHOTTA, H.J. SCHUBERT und M. KASKE, 2010: Possibilities to check the risk of postpartal production diseases by metabolic, endocrinologic and immunological blood parameters in dairy cows. 35. Leipziger Fortbildungsveranstaltung „Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung“, Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät. Leipzig, 25. Juni 2010.
- STAUFENBIEL, R., 1997: Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdicke-Messung. *Praktischer Tierarzt, Colleg. Vet.*, XXVII, 87-92.
- STAUFENBIEL, R., C.-C. GELFERT, K. HOF und A. WESTPHAL, 2007: Einfluss verschiedener Varianten der Trockensteher- und Transitkühfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung. 10. Symposium „Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen“. Neuruppin, 25.10.2007.
- STAUFENBIEL, R., 2008: Referenzwerte zur Bestanduntersuchung. Tierärztliche Nutztierambulanz und Diagnostischer Dienst am Rind. Freie Universität Berlin.
- ZAAIJER, D. und J.P. NOORDHUIZEN, 2003: A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows. *Ir. Vet. J.* 56, 145-156.

Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung

1. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern und Kalbinnen

1. Influence of drinking intensity, feeding level and age at first calving on live weight development of calves and heifers

Stefanie Kiendler^{1*}, Leonhard Gruber¹ und Anton Schauer¹

Zusammenfassung

Die für die Bestandesergänzung erforderliche Kälber- und Kalbinnenaufzucht stellt einen entscheidenden Kostenfaktor in der Milchviehhaltung dar. Maßnahmen zur Reduktion dieser Aufzucht-kosten sind einerseits die Verlängerung der Nutzungsdauer, um die Anzahl an zu remontierenden Tieren zu verringern, und andererseits ein Herabsetzen des Erstabkalbealters, um die Aufzucht-dauer zu senken.

Mit diesem Versuch sollte geklärt werden, wie sich unterschiedliche Tränke- bzw. Fütterungs-Intensitäten auf die Lebendmasse- und Körpermaße-Entwicklung auswirken, und ob sich damit das Erstabkalbealter senken lässt. Weiters wurde untersucht, wie sich das Erstabkalbealter auf die spätere Milchleistung und die Nutzungsdauer auswirken.

Zur Abklärung dieser Fragen wurde ein Feldversuch in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten mit Rinderhaltung durchgeführt. Die insgesamt 171 Tiere wurden unmittelbar bei der Geburt in vier Gruppen unterteilt, wobei zwischen zwei Tränke-Intensitäten (8 bzw. 12 Wochen Milchtränke, Milch 08 vs. Milch 12) und einem frühen bzw. einem durchschnittlichen Erstabkalbealter (24 bzw. 28 Monate, EKA 24 vs. EKA 28) unterschieden wurde. Hinsichtlich des Erstabkalbealters war das Ziel, die Fütterungsintensität so zu differenzieren, dass die Versuchstiere der Gruppe EKA 24 bzw. EKA 28 bei der Besamung die gleiche Lebendmasse aufwiesen. Dies ist nur bedingt gelungen. Da in den 16 Schulen und auch innerhalb der Schulen unterschiedliche Rassen vertreten waren (Fleckvieh (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), wurde auch der Faktor Rasse bzw. Genotyp für die statistische Auswertung genutzt. Die täglichen Zunahmen in der Aufzucht unterschieden sich in den Gruppe EKA 24 und EKA 28 (719 vs. 699 g) sowie zwischen den beiden Tränke-Intensitäten (696 vs. 719 in Milch 08 vs. Milch 12) nur unwesentlich. Dies bedeutet, dass die Kälber den Wachstumsrückstand infolge reduzierter

Summary

The rearing of female calves and heifers which are necessary for replacing the herd represents a decisive cost factor in dairy farming. Measures to reduce these rearing costs include, on the one hand, the longevity of dairy cows in order to reduce the number of animals to be remounted and, on the other hand, reducing the age at first calving in order to reduce the rearing period.

The aim of this study was to clarify how different drinking and feeding intensities affect the development of body weight and body condition and whether the first calving age can be lowered as a result. Furthermore, it was investigated how the first calving age affects the later milk yield and the longevity of dairy cows.

In order to clarify these questions, a field trial was carried out in cooperation with 16 Austrian agricultural schools with cattle husbandry. The total of 171 animals were divided into four groups immediately after birth, whereby a distinction was made between drinking-intensities (8 or 12 weeks of milk, milk 08 vs. milk 12) and an early or average first calving age (24 or 28 months, EKA 24 vs. EKA 28). With regard to the first calving age, the aim was to differentiate the feeding intensity in such a way that the experimental animals of the group EKA 24 and EKA 28 had the same body weight at the time of insemination. This was only partially successful. Since different breeds were represented in the 16 schools and also within the schools (Simmentals (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), the factor breed or genotype was also used for the statistical evaluation.

The daily gain in the rearing period differed only marginally between the groups EKA 24 and EKA 28 (719 vs. 699 g) as well as between the drinking intensity (696 vs. 719 in milk 08 vs. milk 12). This means that the calves were able to compensate for the growth deficit due to reduced milk yield (milk 08) by the end of the rearing period. However, on average significant differences due to drinking intensity were found, whereby the lower amount of milk (milk 08) led to a lower body weight

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Stefanie Kiendler, email: stefanie.kiendler@raumberg-gumpenstein.at

Milchgabe (Milch 08) bis zum Ende der Aufzuchtphase nahezu vollständig aufholen konnten. Dennoch zeigten sich im Mittel signifikante Unterschiede bezüglich der Tränke-Intensität, wobei die geringere Milchmenge (Milch 08) zu einer niedrigen Lebendmasse und Körperkondition führte. Bezüglich des Erstabkalbealters wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Dennoch führte das höhere Erstabkalbealter zu einer höheren Lebendmasse zum Zeitpunkt der 1. Abkalbung (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), ebenso wie die höhere Tränke-Intensität (634 vs. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12). Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch zum Zeitpunkt der Besamung. Das tatsächliche Erstabkalbealter betrug 25,7 bzw. 29,8 Monate in den Gruppen EKA 24 bzw. EKA 28 und war damit deutlich verzögert. Dies dürfte vor allem durch mehrmaliges Nachrindern bedingt sein und betrifft beide EKA-Gruppen, wodurch der Unterschied von 4 Monaten entsprechend dem Versuchsplan gewahrt blieb. Wie zu erwarten unterschieden sich die Genotypen signifikant in ihrer Lebendmasse und den Körpermaßen (mit Ausnahme der Kreuzhöhe). Die kombinierten Genotypen (FV, OBV, PI) waren schwerer als die milchbetonten (HF, BS) und wiesen eine höhere Körperkondition auf. In der Kreuzhöhe (d. h. Körpergröße) fielen die kombinierte Genotypen OBV und PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Schlagwörter: Kälberaufzucht, Kalbinnenaufzucht, Erstabkalbealter, Frühentwöhnung

and body condition. No significant differences were found with regard to first calving age. Nevertheless, the higher first calving age led to a higher body weight at the time of first calving (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), as did the higher drinking intensity (634 vs. 653 kg in milk 08 vs. milk 12). Similar conditions were observed at the time of insemination. The actual first calving age was 25.7 and 29.8 months respectively in the groups EKA 24 and EKA 28 and was thus clearly delayed. This indicates problems in fertility and affected both EKA groups, whereby the difference of 4 months according to the experimental plan was kept constant. As to be expected, the genotypes differed significantly in body weight and body condition (with the exception of the back height). The dual-purpose genotypes (FV, OBV, PI) were heavier than the dairy genotypes (HF, BS) and had a higher body condition. The dual-purpose OBV and PI genotypes were lower significantly in back height (i.e. body size) compared to the other breeds.

Keywords: Calf rearing, heifer rearing, first calving age, early weaning

Einleitung

Der Aufwand für die Aufzucht der Kälber bzw. Kalbinnen stellt neben dem Futter den zweitgrößten Kostenfaktor der Milchproduktion dar (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Die durchschnittlichen Kosten für die Bestandesergänzung werden mit Euro 506,- angegeben. Damit belasten diese Kosten je nach Milchleistungsniveau jeden Liter Milch mit 6,8 Cent, d. h. mit 16,3 % des Rohertrages und 31,5 % der Gesamtkosten.

Das durchschnittliche Erstabkalbealter in Österreich beträgt 28,7 Monate (= 2,39 Jahre) und das durchschnittliche Alter der Kühe ist 5,2 Jahre. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Laktationszahl von 2,81. Jährlich werden 30 % der Kühe ergänzt und der Anteil der Erstlingskühe beträgt 26 % (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Alle diese Kennzahlen besagen, dass die Bestandesergänzung von enormer wirtschaftlicher Bedeutung ist, da die Aufzuchtdauer der Rinder nahezu gleich der Nutzungsdauer der Kühe ist!

Das Erstabkalbealter und die Nutzungsdauer sind die beiden entscheidenden Faktoren für das erforderliche Ausmaß und damit die Kosten der Bestandesergänzung (CHASE und SNIFFEN 1988, HEINRICHS 1993, GARNSWORTHY 2005, ZANTON und HEINRICHS 2005). Die *Tabelle 1* zeigt, dass bei einer kurzen Nutzungsdauer (= hohe Bestandesergänzung) und einem hohen Erstabkalbealter eine große Anzahl von Kalbinnen erforderlich ist, welche den Bestand

zu ergänzen haben. Das Erstabkalbealter wirkt sich umso stärker auf die erforderliche Bestandesergänzung aus, je kürzer die Nutzungsdauer ist. Bei einer durchschnittlichen Laktationszahl von 2,81 (= 35,6 % Bestandesergänzung) und einem durchschnittlichen Erstabkalbealter von 28,7 Monaten ergibt sich eine erforderliche Anzahl an Aufzuchtieren in der Höhe von 93,6 % der Kuhanzahl (bei 10 % Aufzuchtverlusten).

$$\text{Erforderliche Bestandesergänzung} = \frac{1}{\text{Laktationszahl}} \times \text{Erstabkalbealter} / 12 \times 1,1 \times 100$$

Eine Verringerung der Aufzuchtdauer vermindert die Aufzuchtkosten enorm. Gegenüber den durchschnittlichen Bedingungen (93,6 % Bestandesergänzung) ist bei einem Erstabkalbealter von 24 Monaten und einer Nutzungsdauer von 5 Laktationen eine Bestandesergänzung von nur 44 % der Kuhanzahl erforderlich, bei einem Erstabkalbealter von 36 Monaten und einer Nutzungsdauer von 2 Laktationen dagegen 165 % der Kuhanzahl.

Tabelle 1: Erforderliche Bestandesergänzung in Abhängigkeit von Laktationszahl und Erstabkalbealter (% der Kuhanzahl)

Laktationszahl	Bestandesergänzung (%)	Erstabkalbealter (Monate)				
		24	27	30	33	36
5,00	20	44	50	55	61	66
4,00	25	55	62	69	76	83
3,33	30	66	74	83	91	99
2,86	35	77	87	96	106	116
2,50	40	88	99	110	121	132
2,22	45	99	111	124	136	149
2,00	50	110	124	138	151	165

Der vorliegende Versuch hat die Frage der optimalen Aufzuchtintensität (d. h. Erstabkalbealter) zum Inhalt. Aus ökonomischer Sicht macht also die Rinderaufzucht im Rahmen der Milcherzeugung einen wesentlichen Kostenfaktor aus. Diesen rein ökonomischen Aspekten stehen allerdings biologisch verankerte Gesetzmäßigkeiten gegenüber, die einer zu extremen Vorverlegung des Erstabkalbealters entgegenstehen. Es ist vorauszuschicken, dass für den Zeitpunkt der Erstbesamung nicht so sehr das Alter entscheidet, sondern die physiologische Reife (d. h. die Lebendmasse). Ein niedriges Erstabkalbealter kann also nur mit hohen Wachstumsraten (= Tageszunahmen) erreicht werden, die eine hohe Fütterungsintensität voraussetzen.

Im vorliegenden Versuch wird der Einfluss einer intensiveren Aufzucht von 24 Monaten gegenüber einer Aufzucht von 28 Monaten auf die Gewichtsentwicklung der Kälber bzw. Kalbinnen sowie auf deren spätere Milchleistung und Nutzungsdauer bei den wichtigsten in Österreich vertretenen Rassen untersucht. STEINWIDDER und GREIMEL (1999) haben gezeigt, dass die Nutzungsdauer einen enormen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion hat. Besonderes Augenmerk wird auch auf Körperentwicklung gelegt.

Mit dem vorliegenden Projekt soll also die optimale Aufzuchtintensität für Kälber und Kalbinnen für die in Österreich gehaltenen Rinderrassen ermittelt werden. Dies bedeutet, dass einerseits gegenüber bisherigen Gepflogenheiten ein niedrigeres Erstabkalbealter angestrebt wird, um die sehr hohen Aufzuchtkosten zu reduzieren und damit die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung zu verbessern. Andererseits sollen die Nachteile einer zu intensiven Aufzucht vermieden werden und auf diesem Weg die Milchleistungskapazität der Kühe in den Betrieben voll ausgeschöpft werden. Dabei kommt es vor allem darauf an, die Intensität in der kritischen Phase der Euterentwicklung

nicht zu übertreiben (Nachteile auf spätere Milchleistung!) und in den übrigen Phasen eine raschere Tierentwicklung zu erreichen, was zu einer früheren Abkalbung und daher zu niedrigeren Kosten führt (SEJRSEN et al. 1978, 1982). Damit soll die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung auf den landwirtschaftlichen Betrieben direkt verbessert werden. In der vorliegenden 1. Mitteilung wird der Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung der Kälber und Kalbinnen beschrieben. Die 2. Mitteilung berichtet über den Einfluss auf Milchleistung und Nutzungsdauer (GRUBER et al. 2019).

Material und Methoden

Versuchsorte und Versuchstiere

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten mit Rinderhaltung durchgeführt. In jeder Schule wurden – je nach Herdengröße – 8 bis 16 neugeborene Kuhkälber der Kühe des Lehrbetriebes in den Versuch aufgenommen (Tabelle 2).

Versuchsplan

Es wurde ein zwei-faktorielles Versuchsdesign mit den Versuchsfaktoren Erstabkalbealter (24 oder 28 Monate [EKA 24, EKA 28]) und Tränke-Intensität (8 oder 12 Wochen Milchtränke [Milch 08, Milch 12]) angewendet (2 × 2, siehe Tabelle 3).

In Tabelle 4 ist die angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse angeführt. Die Tiere sollten bei einer Lebendmasse von 400 kg (Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer) bzw. 380 kg (Brown Swiss, Holstein, Pinzgauer×RH) zum ersten Mal belegt werden. Das Versuchsziel war, dass diese Lebendmasse bei 24 bzw.

Tabelle 2: Am Projekt „Erstabkalbealter“ teilnehmende Schulen

Bundesland	Schule	Ort	Kälber	Rasse	Wirtschaftsweise
Burgenland	Güssing	Güssing	9	FV, HF	konventionell
Niederösterreich	Warth	Warth	15	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Phyra	Phyra	15	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Edelhof	Zwettl	12	Fleckvieh	biologisch
Steiermark	Kirchberg am Walde	Grafendorf	10	Fleckvieh	konventionell
Steiermark	Grottenhof-Hardt	Graz	8	Brown Swiss	biologisch
Steiermark	Hafendorf	Kapfenberg	16	Brown Swiss	konventionell
Steiermark	Grabnerhof	Admont	8	Fleckvieh	konventionell
Kärnten	Litzlhof	Lendorf	11	Pinzgauer	biologisch
Kärnten	Stiegerhof	Gödersdorf	10	FV, BS, HF	konventionell
Kärnten	HLFS Pitzelstätten	Klagenfurt-Wölfnitz	9	FV, BS	konventionell
Salzburg	Winklhof	Oberalm	16	Pinzgauer	biologisch
Salzburg	Klessheim	Wals	8	Pinzgauer	biologisch
Tirol	Weitau	St. Johann in Tirol	8	Pinzgauer	biologisch
Tirol	HLFS Kematen	Kematen	8	BV, BS	biologisch
Vorarlberg	Rheinhof	Hohenems	8	Brown Swiss	biologisch

Tabelle 3: Versuchsplan (n = 171)

Erstabkalbealter (Monate)	EKA 24		EKA 28	
	Milch 08	Milch 12	Milch 08	Milch 12
Dauer der Milchphase (Wochen)				
Tieranzahl zu Versuchsbeginn	44	42	37	48

Tabelle 4: Angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse

Rasse EKA-Gruppe	Kombiniert (FV, BV, PI)		Milchbetont (BS, HF)	
	EKA 24	EKA 28	EKA 24	EKA 28
Lebendmasse				
Lebendmasse bei Geburt (kg)		50		47
Lebendmasse bei 1. Belegung (kg) (60–65 % von 1. Laktation)		400		380
Lebendmasse bei 1. Abkalbung (kg) (85 % von 3. Laktation)		640		608
Lebendmasse bei 3. Abkalbung (kg) (100 % von Endgewicht)		753		715
Alter				
Alter bei 1. Belegung (Monate)	15	19	15	19
Alter bei 1. Abkalbung (Monate)	24	28	24	28
Tageszunahmen				
Zunahmen bis Belegung (g/Tag)	768	606	730	576
Zunahme Belegung bis Vorbereitungs fütterung		747		705

28 Monaten durch unterschiedliche Energieversorgung möglichst genau erreicht wird. Dies entspricht Zunahmen bis zur Belegung von 768 bzw. 606 g (kombinierte Rassen) sowie 730 bzw. 576 g pro Tag (milchbetonte Rassen). Nach der Belegung sollten alle Kalbinnen in gleicher Weise gefüttert werden. Bis zur Vorbereitungs fütterung (zwei Monate vor Abkalbung) waren Tageszunahmen von 705 g (BS, HF, PI×RH) bzw. 747 g (FV, BV, PI) vorgesehen, um die angestrebte Lebendmasse von 608 kg (BS, HF, PI×RH) bzw. 640 kg (FV, BV, PI) am Ende der ersten Trächtigkeit (d. h. mit Kalb) zu erreichen. In den letzten 3 bis 4 Trächtigkeitmonaten ist der tatsächliche Zuwachs höher, da der „gravide Uterus“ (Fötus + Eihäute + Uterus) selbst 280, 410, 530 bzw. 660 g/d zunimmt (FERRELL et al. 1976). Ein hohes Wachstum nach der Belegung wirkt sich nicht mehr negativ auf die Euterentwicklung und daher Milchleistung in der Laktation aus (SEJRSEN et al. 1978, 1982).

Fütterung

Der Versuch begann für jedes Tier mit der Geburt als Kalb und endete als Kuh mit dem Ende der Nutzungsdauer. Da es sich um einen Feldversuch handelte, sollten grundsätzlich die üblichen Bedingungen auf jedem Betrieb so weit wie möglich beibehalten werden. Das betraf den gesamten Bereich der Züchtung und Haltung und auch der Fütterung, allerdings mit der Ausnahme laut Versuchsplan, dass zwei Aufzuchtintensitäten inklusive Dauer der Milchphase unterschieden wurden. Vor allem sollten die betriebstypischen Grund- und Kraftfutter sowie Mineralfutter weiter verwendet werden. Die Mineralstoffversorgung war in allen Versuchsstadien (Aufzuchtphase und Laktation) unabhängig von der Versuchsgruppe bedarfsgerecht zu gestalten.

Kälberaufzucht

Es sollte die übliche Aufzucht (12 Wochen) mit der Frühentwöhnung (8 Wochen) verglichen werden. In der ersten Woche wurde den Kälbern Biestmilch zur freien Aufnahme (< 6 Liter) angeboten. Die Kälber erhielten je nach Versuchsgruppe 8 bzw. 12 Wochen Milchtränke (Vollmilch oder Milchaustauschfutter; Konzentration 125 g/Liter). Die

Menge betrug 6 bzw. 8 Liter je Tag, wobei diese Menge zu Beginn der Tränkeperiode gesteigert und am Ende reduziert wurde (Tabelle 5). Diese Tränkeverfahren sind bei KIRCHGESSNER et al. (2014) beschrieben.

Der Versuchsfaktor Tränke-Intensität (Dauer der Milchphase) wurde in den Versuch aufgenommen, da die Vorteile der Frühentwöhnung (rasche Entwicklung zum Wiederkäuer, niedrige Kosten) wohl unbestritten sind. Allerdings gibt es deutliche Hinweise, dass eine suboptimale Ernährung in der Jugendphase das Wachstum und den Gesundheitsstatus junger Tiere negativ beeinflusst, mit Auswirkungen auf Nutzungsdauer und Gesamtlebensleistung (DRACKLEY 2005).

Ab der zweiten Lebenswoche wurde den Kälbern auch schon Kälberaufzuchtfutter (= Kälberstarter) und Heu (bestes „Kälberheu“) zur freien Aufnahme angeboten. Die Menge an Kälberstarter wurde ab einer Aufnahme von 2,0 kg pro begrenzt. Der Kälberstarter konnte zugekauft oder selbst gemischt werden. Er sollte mindestens 18 % Rohprotein und höchstens 10 % Rohfaser enthalten. Den Betrieben wurde folgender Kälberstarter vorgeschlagen (wenn nicht zukauf): 36 % Weizen, 35 % Gerste, 17 % Sojaextraktionsschrot, 10 % Leinextraktionsschrot, 2 % Mineralfutter.

Das Kraftfutter ist sehr wichtig für die Entwicklung der Pansenzotten und das Heu für die Entwicklung des Pansen volumens. Für die Entwicklung der Pansenzotten ist Stärke im Kraftfutter bzw. die daraus fermentierte Propionsäure entscheidend. Daher ist ein hoher Anteil von Getreide im Kraftfutter wichtig. Auch für die frühzeitige Aufnahme des Kälberstarters ist ein hoher Getreideanteil von Vorteil.

Kalbinnen aufzucht

In diesem Abschnitt (ab 4. Lebensmonat bis Belegung) sollte die unterschiedliche Aufzuchtintensität nach Versuchsplan erfolgen (24 bzw. 28 Monate Erstabkalbealter bzw. 15 bzw. 19 Monate erste Belegung). Die unterschiedliche Aufzuchtintensität wurde durch ein unterschiedliches Kraftfutterniveau und/oder auch durch unterschiedliche Grundfutterqualität (z.B. Maissilageanteil, Schnittzeitpunkt bei Heu und Grassilage) erreicht. Das genaue Fütterungsregime wurde auf jedem Betrieb individuell auf der Grundlage

Tabelle 5: Tränkeplan in den beiden Versuchsgruppen (Liter Tränke pro Tag)

Lebenswoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milch 08	Biestmilch		5	6	6	5	4	3	2	-	-	-	-
Milch 12	Biestmilch		6	7	8	8	8	7	6	5	4	3	2

Tabelle 6: Vorschlag für das Kraftfutterschema in den beiden Versuchsgruppen (kg KF je Tag)

Lebensmonat	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
EKA 24		2,0			1,5			1,0			0,5					-
EKA 28		1,0			0,5			0,0			0,0					0,0

bisheriger Aufzuchtleistungen und Fütterungsbedingungen festgelegt. In *Tabelle 6* ist der Vorschlag an die Lehrbetriebe für ein mögliches Kraftfutter-Regime in den beiden Versuchsgruppen angeführt. Als Kraftfutter wurde ein eigenes Rinderaufzuchtfutter (13–16 % Rohprotein) oder ein ausgeglichenes Milchleistungsfutter für Milchkühe (13–16 % Rohprotein) verwendet.

In den beiden letzten Trächtigkeitsmonaten erfolgte die Vorbereitung auf die kommende Laktation, wie auf dem Betrieb üblich. Es wurde empfohlen, in dieser Phase die Grundfütterration der laktierenden Milchkühe zu verwenden und in den letzten 3 Wochen vor der Abkalbung Kraftfutter zur Adaption des Pansens in einer Menge von 1,0, 1,5 bzw. 2,0 kg zu füttern (Steigerung des Kraftfutters nie höher als 0,25 kg pro Tag).

Erhebungen und statistische Auswertung

Beim Umfang und der Art der Erhebungen wurde Bedacht genommen, dass es sich um einen Feldversuch und nicht um einen Versuch unter Stationsbedingungen handelte. Von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden EDV-Formulare für jeden Betrieb vorbereitet, um die Eintragungen auf den Lehrbetrieben mit möglichst geringem Aufwand durchführen zu können. Die meisten Parameter (Lebendmasse, Körperkondition, Körpermaße) waren im 4-Wochen-Rhythmus zu erheben, d. h. 1 Mal pro Monat. Die Milchleistung wurde anhand der LKV-Messdaten berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Statgraphics 17 und SAS 9.4. In die statistischen Modelle gingen die fixen Effekte Tränke-Intensität (Dauer der Milchtränkephase), Erstabkalbealter und Rasse sowie deren Wechselwirkungen ein. Weiters wurden Schule und Tier innerhalb Schule als zufällige Effekte mit der Procedure Mixed berücksichtigt. Multiple Mittelwertvergleiche wurden nach Tukey-Kramer durchgeführt. In den Ergebnistabellen werden die LS-Means für die fixen Effekte Tränke-Intensität, Erstabkalbealter und Rasse, die Residualstandardabweichung sowie die p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen angeführt. Der Verlauf der Parameter während der Aufzucht wurde als Interaktion der Haupteffekte mit der Zeitvariablen „Alter in Monaten“ berechnet und wird in den Abbildungen graphisch dargestellt.

Zur Einteilung in Rasse-Gruppen ist festzustellen, dass dies streng genommen nur bei Fleckvieh (FV) und Brown Swiss (BS) möglich war. Die milchbetonten Genotypen Holstein Friesian (HF), Red Holstein (RH) und Pinzgauer × Red Holstein-Kreuzungen wurden zu einer Gruppe zusammengefasst, weil sie als jeweils eigene Gruppe (HF.RH.PI) im vorliegenden Versuch nicht in ausreichender Anzahl vertreten waren bzw. der Effekt Schule und Rasse vermengt war, d. h. nicht zu trennen gewesen wäre. Ebenso verhielt es sich mit Original-Braunvieh (OBV) und kombinierten Pinzgauern (PI, ohne RH-Anteil), deren statistische Auswertung infolge zu geringer Häufigkeit an die Grenzen stieß, weswegen sie in den graphischen Darstellungen auch

nicht berücksichtigt werden konnten (in den Tabellen abgekürzt als OBV.PI).

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zum Wachstum der Kälber bzw. Kalbinnen während der Aufzuchtphase bis zur ersten Abkalbung sind in *Tabelle 7* sowie in den *Abbildungen 1* und *2* dargestellt.

Wie zu erwarten unterschieden sich die Kälber im Geburtsgewicht nicht zwischen den Gruppen der Faktoren Milchtränke und Erstabkalbealter, weil sie den einzelnen Gruppen unmittelbar nach der Geburt zufällig zugeordnet wurden. Es bestanden im Geburtsgewicht jedoch auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen, obwohl sich diese im ausgewachsenen Zustand bezüglich ihrer Lebendmasse deutlich unterschieden (*Tabelle 1*). In einem ähnlich angelegten Versuch fanden GRUBER et al. (2016) signifikante Unterschiede im Geburtsgewicht zwischen Kälbern der Rasse Fleckvieh und Holstein (50 vs. 40 kg). Die Lebendmasse vor der ersten Abkalbung betrug im Mittel aller Gruppen 653 kg (744, 619, 626, 623 kg für die Rassen FV, BS, HF.RH.PI, OBV.PI). Das höhere Erstabkalbealter führte zu einer höheren Lebendmasse bei der Abkalbung (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), ebenso die höhere Tränke-Intensität (634 vs. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12). Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch zum Zeitpunkt der Besamung. Auch unter Stationsbedingungen ist es im Versuch von GRUBER et al. (2016) nicht gelungen, in den beiden Gruppen mit unterschiedlichem Erstabkalbealter eine gleich hohe Lebendmasse zu erzielen. Dies wurde mit dem hohen Wachstumspotenzial der jungen Tiere in dieser Lebensphase begründet und würde eine wesentlich stärkere Differenzierung in der Fütterung (besonders des Kraftfutterniveaus) erfordern, als dies in beiden Versuchen der Fall war. Wahrscheinlich müssten auch die Qualität des Grundfutters und auch dessen Angebot in Gruppe EKA 28 wesentlich geringer sein. Eine Differenzierung der Grundfutterqualität war im vorliegenden Feldversuch nicht vorgesehen und auch nicht realisierbar. Somit waren die Tageszunahmen in Gruppe EKA 24 nur unwesentlich höher als in EKA 28 (719 vs. 699 g). Ebenso unterschieden sich die Tageszunahmen zwischen den beiden Tränke-Intensitäten nur unwesentlich (696 vs. 719 in Milch 08 vs. Milch 12). Dies bedeutet, dass die Kälber den Wachstumsrückstand infolge reduzierter Milchgabe (Milch 08) bis zum Ende der Aufzuchtphase nahezu vollständig aufgeholt haben (*Abbildung 2*). Dementsprechend belief sich die Lebendmasse bei der Abkalbung auf 634 bzw. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12.

Das tatsächliche Erstabkalbealter betrug 25,7 bzw. 29,8 Monate in den Gruppen EKA 24 bzw. EKA 28, war also deutlich verzögert. Dies dürfte vor allem durch mehrmaliges Nachrindern bedingt sein und betrifft beide EKA-Gruppen, wodurch der Unterschied von 4 Monaten entsprechend dem Versuchsplan gewahrt blieb.

In *Tabelle 8* sind Alter und Lebendmasse von EKA 24 und EKA 28 zum Zeitpunkt der Besamung gegenübergestellt.

Tabelle 7: Lebendmasse, Tageszunahmen, Körperkondition und Körpermaße während der Aufzucht (LS-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)			EKA (E)			Rasse (R)			p-Werte Haupteffekte			p-Werte WW Haupteffekte			p-Werte Haupteffekte × Alter		
		8	12	24	28	FV	BS	HF:RH:PI	OBV:PI	RSD	Milch	EKA	Rasse	M × E	M × R	E × R	M × A	E × A	R × A
Lebendmasse bei Geburt, Besamung und Abkalbung sowie durchschnittliche Tageszunahmen während der Aufzucht																			
LM bei Geburt	kg	45,6	44,8	44,9	45,5	44,3	44,8	44,6	47,0	2,3	0,391	0,400	0,622	0,547	0,636	0,826	-	-	-
LM bei Besamung	kg	465	482	443	501	516	444	461	481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LM bei Abkalbung	kg	634	653	607	679	744	619	626	623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tageszunahmen	g	696	719	719	699	822	662	716	679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alter bei Besamung und Abkalbung																			
Alter bei Besamung	Monate	18,4	18,4	16,4 ^b	20,4 ^a	18,6 ^a	19,2 ^a	17,3 ^b	18,5 ^{ab}	8,4	0,512	<0,001	0,007	0,279	0,744	0,898	-	-	-
Alter bei Abkalbung	Monate	27,8	27,8	25,7 ^b	29,8 ^a	28,0 ^a	28,5 ^a	26,7 ^b	27,9 ^{ab}	8,4	0,512	0,000	0,007	0,279	0,744	0,898	-	-	-
Durchschnittliche Lebendmasse, BCS und Körpermaße während der Aufzucht																			
Lebendmasse	kg	389 ^b	395 ^a	400	384	410 ^a	365 ^b	394 ^a	395 ^a	34	0,007	0,307	0,004	0,496	0,919	0,064	0,185	<0,001	<0,001
BCS	Punkte	3,28	3,29	3,32	3,25	3,39 ^a	3,15 ^c	3,20 ^{bc}	3,39 ^{ab}	0,27	0,094	0,924	0,006	0,020	0,274	0,362	0,307	<0,001	<0,001
Brustumfang	cm	163,7 ^b	165,0 ^a	165,6	163,1	167,7 ^a	161,0 ^b	165,7 ^{ab}	163,1 ^{ab}	5,2	0,029	0,243	0,029	0,654	0,917	0,190	0,015	<0,001	<0,001
Bauchumfang	cm	197,2	198,2	199,2	196,2	199,7 ^a	192,3 ^b	199,9 ^a	198,9 ^{ab}	7,5	0,053	0,484	0,037	0,473	0,795	0,033	0,355	<0,001	<0,001
Kreuzhöhe	cm	125,6 ^b	126,2 ^a	126,6	125,2	126,7	126,6	126,2	124,2	2,7	0,037	0,390	0,347	0,633	0,989	0,038	<0,001	0,170	<0,001

Tabelle 8: Gegenüberstellung von Alter und Lebendmasse in EKA 24 und EKA 28 zum Zeitpunkt der Besamung

Erstkalbalter Alter (Monate) bzw. Lebendmasse (kg)	EKA 24		EKA 28	
	Alter	Lebendmasse	Alter	Lebendmasse
Tatsächliche Lebendmasse und tatsächliches Alter	16,4	443	20,4	501
Lebendmasse bei gleichem Alter der anderen EKA-Gruppe	20,4	527	16,4	419
Alter bei gleicher Lebendmasse der anderen EKA-Gruppe	19,1	501	17,6	443

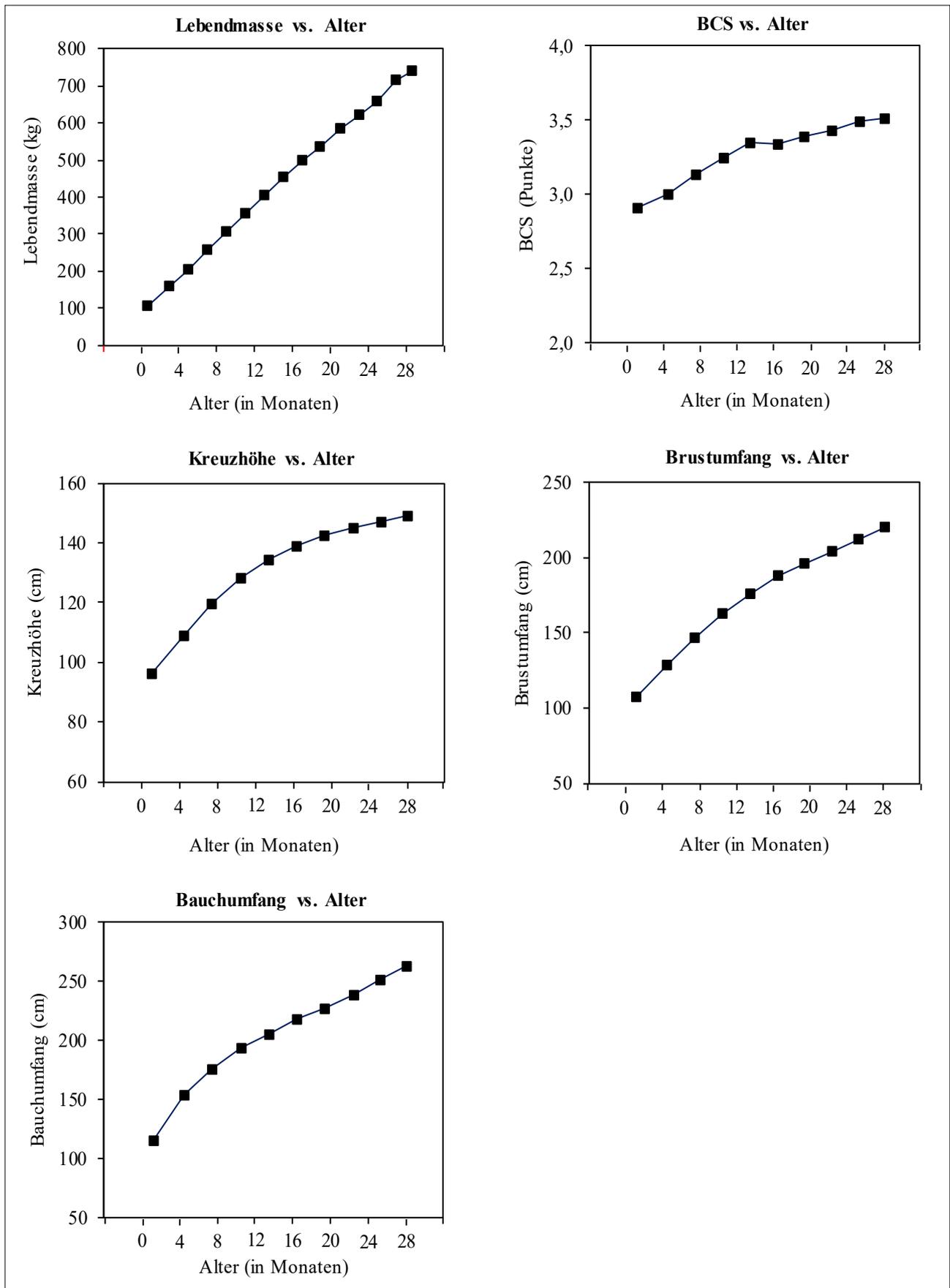
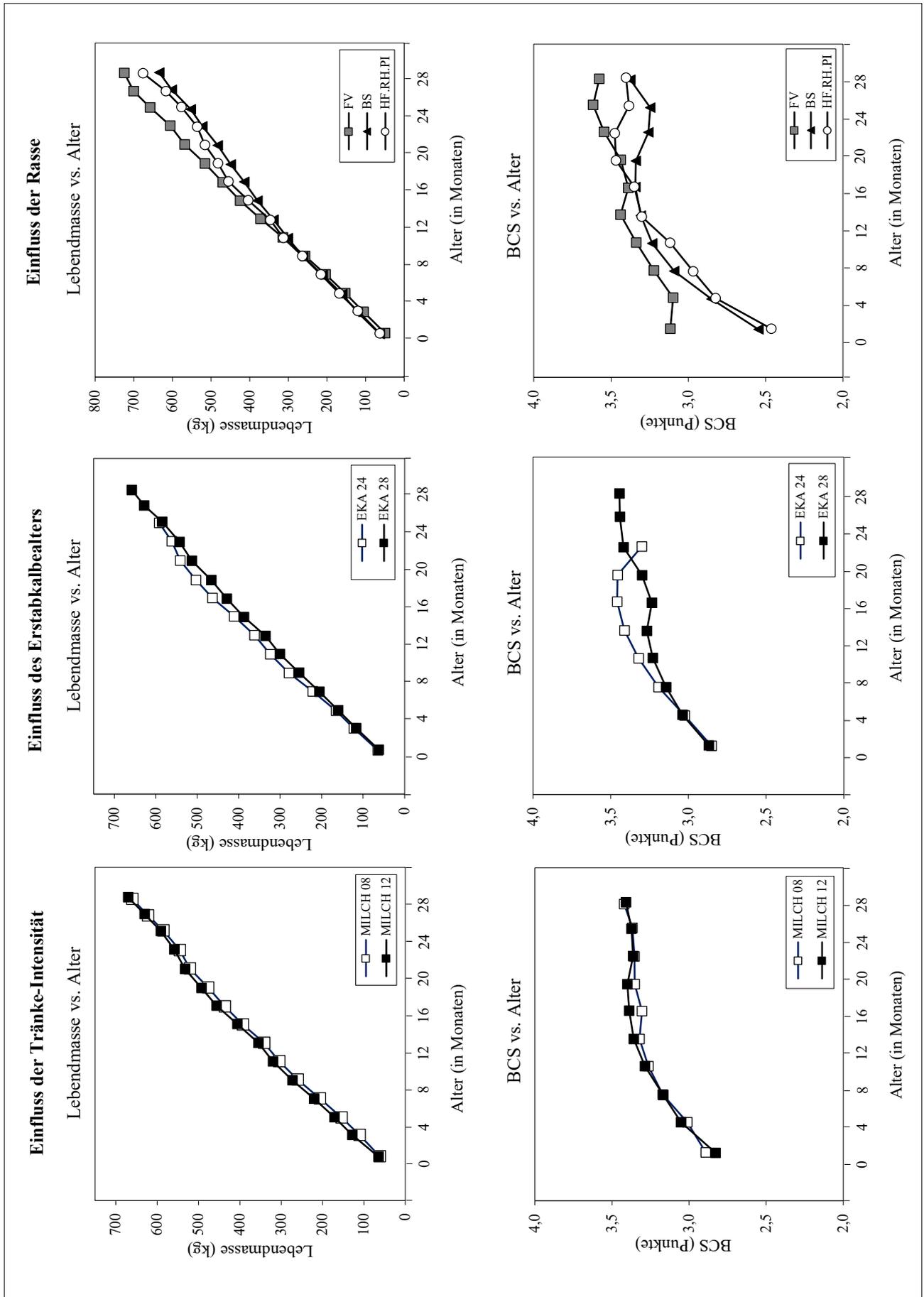


Abbildung 1: Einfluss des Alters (in Monaten) auf die Lebendmasse, Körperkondition (BCS) und Körpermaße (Bauchumfang, Brustumfang und Kreuzhöhe)



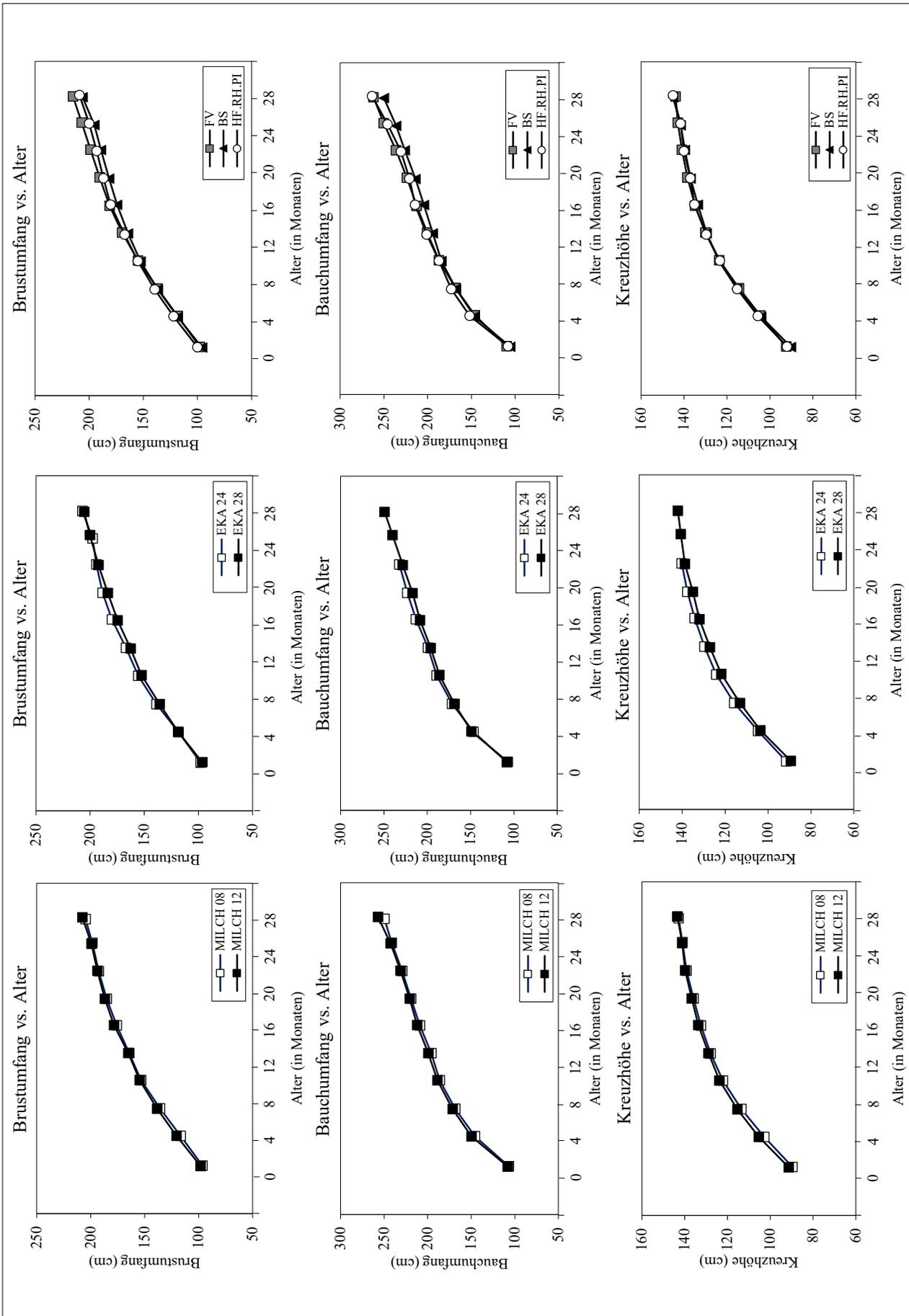


Abbildung 2: Einfluss des Alters auf die Lebendmasse, Körperkondition (BCS) und Körpermaße (Bauchumfang, Brustumfang und Kreuzhöhe) in Abhängigkeit von Tränke-Intensität (8- bzw. 12-wöchige Milchtränke), vom Erststallbealter (24 bzw. 28 Monate) und von der Rasse (Fleckvieh, Brown Swiss, Holstein, Red Holstein und Pinzgauer).

Bei einem Alter von 16,4 bzw. 20,4 Monaten in Gruppe EKA 24 und EKA 28 wogen die Kalbinnen 443 bzw. 501 kg (58 kg Differenz). Werden die Tiere bei gleichem Alter verglichen, ergeben sich tatsächliche Differenzen von 26 kg (527–501 kg von EKA 24 bei 20,4 Monaten) und von 24 kg (443–419 kg von EKA 28 bei 16,4 Monaten). Andererseits ergibt sich ein tatsächlicher Altersunterschied bei gleicher Lebendmasse von 1,3 Monaten (20,4–19,1 Monate von EKA 24 bei 501 kg LM) und von 1,2 Monaten (17,6–16,4 Monate von EKA 28 bei 443 kg LM).

In *Tabelle 7* sind auch die durchschnittlichen Ergebnisse (LS-Means) der monatlichen Erhebungen angeführt. Der Faktor Tränke-Intensität führte mehr oder weniger durchwegs zu signifikanten Unterschieden in dem Sinn, dass die geringere Milchmenge (Milch 08) im Mittel zu einer geringeren Lebendmasse und Körperkondition sowie zu niedrigeren Körpermaßen führte. Im Gegensatz dazu wirkte sich der Faktor Erstabkalbealter nicht signifikant auf diese Parameter aus. Wie zu erwarten, unterschieden sich die Genotypen (mit Ausnahme der Kreuzhöhe) signifikant in ihrer Lebendmasse und den Körpermaßen. Die kombinierten Genotypen (FV, OBV.PI) waren schwerer als die milchbetonten (HF, BS) und wiesen eine höhere Körperkondition auf. In der Kreuzhöhe (d. h. Körpergröße) fiel die kombinierte Gruppe OBV.PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Die Energie- und Nährstoffversorgung eines neugeborenen Kalbes erfolgt in den ersten Lebenswochen ausschließlich über Milch bzw. Milchaustauscher. Dabei nutzt das Tier Glukose bzw. im Labmagen enzymatisch gespaltene Laktose als Energiequelle. Erst durch die mikrobielle Besiedelung des Pansens entwickelt sich das Tier langsam zum Wiederkäuer. Schon über den natürlichen Geburtsvorgang kommt das Jungtier erstmals in Kontakt mit Mikroorganismen. Über das Säugen und den Sozialkontakt mit Artgenossen erfolgt eine weitere Beimpfung mit Pansenflora (FONTY et al. 1987, REY et al. 2014). Eine zusätzliche Grobfutteraufnahme fördert das Pansenwachstum und aktiviert zellolytische Vorgänge im Pansen (KHAN et al. 2016). Eine restriktive Milchgabe in Kombination mit der Frühentwöhnung des Kalbes führt zu einer früheren Grobfutteraufnahme und fördert so eine rasche Entwicklung des Vormagensystems (KHAN et al. 2016). Allerdings wird eine verlängerte Milchtränke mit einer besseren Lebendmasseentwicklung und einer verminderten Krankheitsanfälligkeit in Verbindung gebracht (verbessert das Immunsystem). Des Weiteren entspricht eine verlängerte Säugezeit eher dem natürlichen Verhalten der Tiere und unterstützt so das Allgemeinbefinden der Tiere (KHAN et al. 2016). Auch in diesem Versuch beeinflusste die verlängerte Tränkedauer die Lebendmasseentwicklung positiv (*Abbildung 2*). Der durch die längere Milchgabe bedingte Wachstumsvorsprung wurde von den restriktiv gefütterten Tieren allerdings bis zum Ende der Aufzucht durch kompensatorisches Wachstum ausgeglichen. KHAN et al. (2016) begründeten die bessere Entwicklung der Tiere mit der höheren Energieaufnahme aus der verlängerten Milchtränke und sehen darin eine Möglichkeit, das Erstabkalbealter zu senken. Diesbezüglich bestätigte WATHES et al. (2008) den positiven Effekt einer höheren Lebendmasse auf den Trächtigkeitserfolg bei frühem Erstabkalbealter (24 Monate). GOERIGK (2011) beschrieb in diesem Zusammenhang die positive Wirkung einer höheren

Energieversorgung auf die Entwicklung dominanter Follikel bei intensiver Aufzucht. Um die physiologische Zuchtreife für Tiere der Gruppe „Erstabkalbealter 24“ mit 15 Monaten zu erreichen, bedarf es auch nach der Tränkephase einer intensiveren Aufzucht. Allerdings führen zu hohe tägliche Zunahmen vor allem in der präpubertären Phase zu einer Verfettung des Drüsengewebes und daraus folgend zu verminderten Milchmengen in der Laktation (SEJRSEN 1978). Des Weiteren beschrieben SPANN et al. (2007) Fruchtbarkeitsprobleme bei einer zu intensiven Aufzucht (Maststerilität). In diesem Zusammenhang empfiehlt SUTTER (2006) ein Körpergewicht von 400–420 kg (60 % des Endgewichtes) bei der ersten Besamung als vorteilhaft für den Trächtigkeitserfolg. Im vorliegenden Versuch zeigten die täglichen Zunahmen kaum Unterschiede in den EKA-Gruppen (719 vs. 699 g in EKA 24 bzw. EKA 28), was zu ähnlicher Lebendmasse und Körpermaße beider Gruppen führte. Zum Zeitpunkt der Besamung lagen beide Gruppen deutlich über den von SUTTER (2006) geforderten Lebendmassebereich (443 vs. 501 kg in EKA 24 bzw. EKA 28), was Fruchtbarkeitsprobleme erklären könnte. Somit verzögerte sich das Erstabkalbealter sowohl in Gruppe EKA 24 als auch in Gruppe EKA 28 um ca. 2 Monate (Erstabkalbealter von 25,7 bzw. 29,8 Monate).

Mit Ausnahme der Kreuzhöhe bestanden in der Aufzuchtphase zwischen den Rassen signifikante Unterschiede hinsichtlich der Lebendmasse und Körpermaße. Die Rasse Fleckvieh erreichte die höchste Lebendmasse (410 kg) und Körperkondition (3,39 BCS Punkte) sowie den größten Brust- und Bauchumfang (168 und 200 cm), gefolgt von Original-Braunvieh (395 kg, 3,39 Punkte, 163 und 199 cm) und der Rasse Holstein (394 kg, 3,20 Punkte, 166 und 200 cm) hatten. Wie von SPIEKERS und ETTLE (2012) beschrieben, zeigte die Rasse Brown Swiss gegenüber der Rasse Fleckvieh eine geringere Lebendmasseentwicklung mit niedrigeren Körpermaßen (365 kg, 3,15 Punkte, 161 und 192 cm). Die Autoren führten dies auf eine schlechtere Energieverwertung der Rasse Brown Swiss zurück.

Schlussfolgerungen

Auf Grund des kompensatorischen Wachstums holten Tiere mit einer reduzierten Tränkemenge (Milch 08) ihren anfänglichen Wachstumsrückstand auf, weshalb sich die Tränke-Intensität nur unwesentlich auf das Gewicht bei der ersten Abkalbung auswirkt. Da sich die Tageszunahmen zwischen den Gruppen EKA 24 und EKA 28 nur um 6 % unterscheiden, führte das höhere Erstabkalbealter zu einer höheren Lebendmasse. In beiden Erstabkalbealter-Gruppen (EKA 24 und EKA 28) kam es durch vermutlich mehrmaliges Umrindern zu einer Erhöhung des Erstabkalbealters von ca. 2 Monaten.

Ein Grund für diese Fruchtbarkeitssituation könnte eine Überkonditionierung der Tiere sowie das Management sein. Wie zu erwarten, zeigten die Zweinutzungsrasen (FV, OBV und PI) eine signifikant höhere Lebendmasse und Körpermaße (mit Ausnahme der Kreuzhöhe) im Vergleich zu den milchbetonten Genotypen (HF und BS). Bezüglich der Körpergröße (Kreuzhöhe) fielen die kombinierten Genotypen OBV und PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Danksagung

Den an dieser Untersuchung teilnehmenden Landwirtschaftlichen Fachschulen (LFS) und Höheren Bundeslehranstalten (HBLA) sei an dieser Stelle herzlich für die sorgfältige Mitarbeit und Erhebung der Daten gedankt. Für die einzelnen Schulen waren folgende Kolleginnen und Kollegen aus dem Bereich tierische Produktion für das Projekt „Erstkalbealter“ verantwortlich:

LFS Güssing (Burgenland): Dr. Dana Karaskova, Ing. Franz Freissmuth

LFS Warth (Niederösterreich): Ing. Johann Rigler

LFS Pyhra (Niederösterreich): Ing. Thomas Zuber

LFS Edelhof (Niederösterreich): Dipl.-Ing. Günter Fallmann

LFS Kirchberg am Walde (Steiermark): Ing. Reinhard Pausackl

LFS Grottenhof-Hardt (Steiermark): Dipl.-Ing. Isabella Friedrich

LFS Hafendorf (Steiermark): Ing. Alexander Lehofer, Patrick Heit BED

LFS Grabnerhof (Steiermark): Ing. Helmut Zettelbauer

LFS Litzlhof (Kärnten): Ing. Josef Obwegger

LFS Stiegerhof (Kärnten): Ing. Johann Strauss

HLFS Pitzelstätten (Kärnten): Lehrbetriebsleiter Harald Jandl

LFS Winklhof (Salzburg): Ing. Andreas Höllbacher

LFS Kleßheim (Salzburg): Ing. Reinhard Huber

LLA Weitau (Tirol): Dipl.-Ing. Franz Steinwender

HLFS Kematen (Tirol): Dipl.-Ing. Beate Mayerl, Lehrbetriebsleiter Gustav Hacket

BSBZ Hohenems (Vorarlberg): Ing. Christian Winklehner
Weiters möchten wir Herrn Ing. Martin Mayerhofer (Zucht-Data, Wien) für die Bereitstellung der LKV-Daten der Lehrbetriebe herzlich danken.

Literatur

CHASE, L.E. und C.J. SNIFFEN, 1988: Developing a nutritional strategy for dairy replacement heifers. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers 1988, 119-123.

DRACKLEY, J.K., 2005: Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. In: Calf and Heifer Rearing. Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Ed. P.C. Gansworthy. Nottingham University Press, 213-235.

FERRELL, C.L., N. HINMAN und W.N. GARRETT, 1976: Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. J. Anim. Sci. 42, 1477-1489.

FONTY, G., P. GOUET, J.-P. JOUANY und J. SENAUD, 1987: Establishment of the microflora and anaerobic fungi in the rumen of lambs. Microbiology 133, 1835-1843.

GARNSWORTHY, P.C., 2005: Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In: Calf and Heifer Rearing. Principles of rearing

the modern dairy heifer from calf to calving. Ed. P.C. Gansworthy. Nottingham University Press, 1-11.

GOERIGK, D.I., 2011: Peripartaler Energie- und Fettstoffwechsel sowie Insulinsensitivität von Färsen bei unterschiedlicher Aufzuchtintensität. Universität Leipzig, Leipzig.

GRUBER, L., J. HÄUSLER, A. HAIGER, G. TERLER, D. EINGANG, A. ADELWÖHRER und A. SCHAUER, 2016: Einfluss von Tränkedauer und Fütterungsintensität auf die Aufzucht von weiblichen Rindern verschiedener Genotypen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. März 2016, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning-Donnersbachtal, 75-90.

GRUBER, L., S. KIENDLER und M. ROYER, 2019: Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung – 2. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstkalbealter auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer der Kühe. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10.-11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning-Donnersbachtal, 35-51.

HEINRICHS, A.J., 1993: Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76, 3179-3187.

KHAN, M.A., A. BACH, D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2016: Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. J. Dairy Sci. 99, 885-902.

KIRCHGESSNER, M., G. STANGL, F. SCHWARZ, F. ROTH, K.-H. SÜDEKUM und K. EDER, 2014: Tierernährung. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 659 S.

REY, M., F. ENJALBERT, S. COMBES, L. CAUQUIL, O. BOUCHEZ und V. MONTEILS, 2014: Establishment of ruminal bacterial community in dairy calves from birth to weaning is sequential. Journal of Applied Microbiology 116, 245-257.

SEJRSEN, K., 1978: Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual purpose heifers. Acta Agriculturae Scandinavica 28, 41.

SEJRSEN, K., J.T. HUBER und H.A. TUCKER, 1982: Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. J. Dairy Sci. 65, 793-800.

SPANN, B., D. SPRENGEL und L. HITZELSPERGER, 2007: Einfluss der Fütterungsintensität auf das Wachstum und die Entwicklung weiblicher Rinder und die Möglichkeit und Konsequenzen der Reduzierung des Erstkalbealters dieser Tiere. 30 S.

SPIEKERS, H. und T. ETTLE, 2012: Fütterungsstrategien für eine erfolgreiche Jungrinderaufzucht. 6. Leipziger Tierärztekongress, Leipzig, 36-40.

STEINWIDDER, A. und M. GREIMEL, 1999: Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. Die Bodenkultur 50, 235-249.

SUTTER, F., 2006: Optimales Erstkalbealter von Aufzuchtrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 26.-27. April 2006, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, 11-17.

WATHES, D., J. BRICKELL, N. BOURNE, A. SWALI und Z. CHENG, 2008: Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. Animal 2, 1135-1143.

ZANTON, G.I. und A.J. HEINRICHS, 2005: Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. J. Dairy Sci. 88, 3860-3867.

Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung

2. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer der Kühe

2. Impact of drinking intensity, feeding level and age at first calving on later milk yield and longevity of cows

Leonhard Gruber^{1*}, Stefanie Kiendler¹ und Martin Royer¹

Zusammenfassung

Die für die Bestandesergänzung erforderliche Kälber- und Kalbinnenaufzucht stellt nach den Futterkosten den zweitwichtigsten Kostenfaktor in der Milchviehhaltung dar. Maßnahmen zur Reduktion dieser Aufzucht-kosten sind einerseits die Verlängerung der Nutzungsdauer, um die Anzahl an zu remontierenden Tieren zu verringern, und andererseits die Herabsetzung des Erstabkalbealters, um die Aufzuchtdauer zu senken.

Mit dem vorliegenden Versuch sollte geklärt werden, wie sich unterschiedliche Tränke- bzw. Fütterungs-Intensitäten auf die Lebendmasse- und Körpermaße-Entwicklung sowie auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer auswirken, und ob sich damit das Erstabkalbealter senken lässt.

Zur Abklärung dieser Fragen wurde ein Feldversuch in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten durchgeführt. Die insgesamt 171 Tiere wurden auf den Lehrbetrieben unmittelbar nach der Geburt jeweils in vier Gruppen unterteilt, wobei zwischen zwei Tränke-Intensitäten (8 bzw. 12 Wochen Milchtränke, Milch 08 vs. Milch 12) und einem frühen bzw. einem durchschnittlichen Erstabkalbealter (24 bzw. 28 Monate, EKA 24 vs. EKA 28) unterschieden wurde. Hinsichtlich des Erstabkalbealters war das Ziel, die Fütterungsintensität so zu differenzieren, dass die Versuchstiere der Gruppe EKA 24 bzw. EKA 28 bei der Besamung die gleiche Lebendmasse aufwiesen. Dies ist nur bedingt gelungen und die Kalbinnen der Gruppe EKA 28 waren bei der Besamung um 58 kg schwerer. Da in den 16 Schulen und auch innerhalb der Schulen unterschiedliche Rassen vertreten waren (Fleckvieh (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), wurde auch der Faktor Rasse bzw. Genotyp für die statistische Auswertung genutzt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich die im Versuch angewandte Milchtränke-Intensität während der Aufzucht (8 vs. 12 Wochen Dauer der Milchtränke) weder auf das Wachstum in der späteren Laktationsphase

Summary

Besides of feed costs the input for calf and heifer rearing is the second largest factor in milk production. A mean of Euro 506,- is reported as costs for herd replacement. Therefore every litre of milk produced comprises 6.8 Cent attributed to rearing costs, that is 16.3 % of gross profit and 31.5 % of total costs. Measures to reduce these rearing costs include, on the one hand, the longevity of dairy cows in order to reduce the number of animals to be remounted and, on the other hand, reducing the age at first calving in order to reduce the rearing period.

The aim of this study was to clarify how different drinking and feeding intensities affect the development of body weight and body condition as well as whether the first calving age can be lowered as a result. Furthermore, it was investigated how the first calving age affects the later milk yield and the longevity of dairy cows.

In order to clarify these questions a field trial was carried out in cooperation with 16 Austrian agricultural schools with cattle husbandry. A total of 171 female calves was divided into four groups immediately after birth, whereby a distinction was made between drinking-intensities (8 or 12 weeks of milk, milk 08 vs. milk 12) and an early or average first calving age (24 or 28 months, EKA 24 vs. EKA 28). Regarding the first calving age, the aim was to differentiate the feeding intensity in such a way that the experimental animals of the group EKA 24 and EKA 28 had the same body weight at the time of insemination. This aim was only partially reached. Since different breeds were represented in the 16 schools and also within the schools (Simmental (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), the factor breed was also used for the statistical evaluation.

The present results show that the 'drinking intensity' used in this experiment during the rearing period (8 or 12 weeks of milk) neither significantly influenced the growth in lactation after first parturition (live weight, body measures) nor the milk yield and health criteria. However, the experimental factor 'first calving age'

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

(Lebendmasse, Körpermaße) noch auf die Milchleistung und Gesundheitskriterien signifikant ausgewirkt haben. Der Einfluss des Faktors Erstabkalbealter (EKA 24 vs. EKA 28, tatsächliches Erstabkalbealter jedoch 25,7 vs. 29,8 Monate) auf die Lebendmasse und die Körpermaße wirkte auch in der Phase der Laktation bis zum Ende der Nutzungsdauer nach, wobei die Tiere der Gruppe EKA 28 schwerer und größer waren als EKA 24. Auf die Parameter der Milchleistung (Milchmenge und Milch-inhaltsstoffe) wirkte sich dagegen der Versuchsfaktor Erstabkalbealter nicht signifikant aus. Die Kühe der Gruppe EKA 24 wiesen jedoch eine tendenziell günstigere Nutzungsdauer auf (4,69 vs. 4,09 Laktationen, p-Wert = 0,061) und zeigten etwas weniger Ausfälle. Die günstigere Nutzungsdauer führte zu einer im Trend höheren Lebensleistung (27.839 vs. 25.706 kg ECM Standardlaktation, p-Wert = 0,501). Der größere Unterschied zwischen EKA 24 und EKA 28 bei Betrachtung der Milchleistung in der tatsächlichen Laktationsdauer (32.401 vs. 28.850 kg ECM, p-Wert = 0,304) weist dagegen darauf hin, dass die Tiere der Gruppe EKA 24 eine tendenziell schlechtere Fruchtbarkeit und somit längere Laktationsdauer aufwiesen. Dies zeigen auch die Werte zur Zwischenkalbezeit, die in Gruppe EKA 24 ungünstiger war.

Aus diesen Ergebnissen wird der Schluss gezogen, dass das im vorliegenden Projekt angewandte Erstabkalbealter von 26 Monaten gegenüber 30 Monaten ohne Nachteil auf die Milchleistung pro Laktation ist, durch leichte Verbesserung der Nutzungsdauer die Lebensleistung an Milch je Kuh in der Tendenz sogar erhöht ist. Die Versuchsergebnisse weisen somit auf ein gewisses Einsparungspotenzial bei den Aufzuchtkosten hin, und zwar durch Reduzierung der Milchtränke und durch eine Herabsetzung des Erstabkalbealters.

Schlagwörter: Tränke-Intensität, Erstabkalbealter, Milchleistung, Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit

(EKA 24 vs. EKA 28, the actual first calving age' yet being 25.7 vs. 29.8 months) continued to have an effect on live weight and body measures in lactation after first parturition till to the end of productive live, the animals of group EKA 28 being heavier and larger than EKA 24. On the other hand, the experimental factor 'first calving age' did not significantly influence milk yield and composition. However, cows of group EKA 24 in tendency showed a more favourable productive life (4.69 vs. 4.09 lactations, p-value = 0.061) and had less losses. The longer durability resulted by trend in a higher milk yield over total lifetime (27,839 vs. 25,706 kg ECM standard lactation, p-value = 0.501). But the even greater difference in milk yield between EKA 24 and EKA 28 when effective duration of the lactation period is considered (32,401 vs. 28,850 kg ECM, p-value = 0.304) indicates that cows of group EKA 24 tended to have lower fertility which resulted in longer lactation periods. Accordingly, the calving intervall was also higher in group EKA 24.

From the results it is concluded that the first calving age of 26 months used in the present experiment, compared with 30 months, did not reduce the milk yield per lactation. The milk yield over total lifetime actually was slightly enhanced by improving the productive life. The experimental results point out a certain potential to lower the rearing costs, on the one hand by reducing the drinking intensity and on the other hand by decreasing the age at first calving.

Keywords: drinking intensity, age at first calving, milk yield, longevity fertility

Einleitung

Der Aufwand für die Aufzucht der Kälber bzw. Kalbinnen stellt neben dem Futter den zweitgrößten Kostenfaktor der Milchproduktion dar (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Die durchschnittlichen Kosten für die Bestandesergänzung werden mit Euro 506,- angegeben. Damit belasten diese Kosten je nach Milchleistungsniveau jeden Liter Milch mit 6,8 Cent, d. h. mit 16,3 % des Rohertrages und 31,5 % der Gesamtkosten.

Das durchschnittliche Erstabkalbealter in Österreich beträgt 28,7 Monate (= 2,39 Jahre) und das durchschnittliche Alter der Kühe ist 5,2 Jahre. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Laktationszahl von 2,81. Jährlich werden 30 % der Kühe ergänzt und der Anteil der Erstlingskühe beträgt 26 % (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Alle diese Kennzahlen besagen, dass die Bestandesergänzung von enormer wirtschaftlicher Bedeutung ist, da die Aufzuchtdauer der Rinder nahezu gleich der Nutzungsdauer der Kühe ist!

Das Erstabkalbealter und die Nutzungsdauer sind die beiden entscheidenden Faktoren für das erforderliche Ausmaß und

damit die Kosten der Bestandesergänzung (CHASE und SNIFFEN 1988, HEINRICHS 1993, GARNSWORTHY 2005, ZANTON und HEINRICHS 2005). Die *Tabelle 1* zeigt, dass bei einer kurzen Nutzungsdauer (= hohe Bestandesergänzung) und einem hohen Erstabkalbealter eine große Anzahl von Kalbinnen erforderlich ist, welche den Bestand zu ergänzen haben. Das Erstabkalbealter wirkt sich umso stärker auf die erforderliche Bestandesergänzung aus, je kürzer die Nutzungsdauer ist. Bei einer durchschnittlichen Laktationszahl von 2,81 (= 35,6 % Bestandesergänzung) und einem durchschnittlichen Erstabkalbealter von 28,7 Monaten ergibt sich eine erforderliche Anzahl an Aufzucht-tieren in der Höhe von 93,6 % der Kuhanzahl (bei 10 % Aufzuchtverlusten).

$$\text{Erforderliche Bestandesergänzung} = \frac{1}{\text{Laktationszahl}} \times \text{Erstabkalbealter} / 12 \times 1,1 \times 100$$

Eine Verringerung der Aufzuchtdauer vermindert die Aufzuchtkosten enorm. Gegenüber den durchschnittlichen Bedingungen (93,6 % Bestandesergänzung) ist bei einem Erstabkalbealter von 24 Monaten und einer Nutzungsdauer von 5 Laktationen eine Bestandesergänzung von nur 44 %

Tabelle 1: Erforderliche Bestandesergänzung in Abhängigkeit von Laktationszahl und Erstabkalbealter (% der Kuhanzahl)

Laktationszahl	Bestandesergänzung (%)	Erstabkalbealter (Monate)				
		24	27	30	33	36
5,00	20	44	50	55	61	66
4,00	25	55	62	69	76	83
3,33	30	66	74	83	91	99
2,86	35	77	87	96	106	116
2,50	40	88	99	110	121	132
2,22	45	99	111	124	136	149
2,00	50	110	124	138	151	165

der Kuhanzahl erforderlich, bei einem Erstabkalbealter von 36 Monaten und einer Nutzungsdauer von 2 Laktationen dagegen 165 % der Kuhanzahl.

Der vorliegende Versuch hat die Frage der optimalen Aufzuchtintensität (d. h. Erstabkalbealter) zum Inhalt. Aus ökonomischer Sicht macht also die Rinderaufzucht im Rahmen der Milcherzeugung einen wesentlichen Kostenfaktor aus. Diesen rein ökonomischen Aspekten stehen allerdings biologisch verankerte Gesetzmäßigkeiten gegenüber, die einer zu extremen Vorverlegung des Erstabkalbealters entgegenstehen. Es ist vorauszuschicken, dass für den Zeitpunkt der Erstbesamung nicht so sehr das Alter entscheidet, sondern die physiologische Reife (d. h. die Lebendmasse). Ein niedriges Erstabkalbealter kann also nur mit hohen Wachstumsraten (= Tageszunahmen) erreicht werden, die eine hohe Fütterungsintensität voraussetzen.

Im vorliegenden Versuch wird der Einfluss einer intensiveren Aufzucht von 24 Monaten gegenüber einer Aufzucht von 28 Monaten auf die Gewichtsentwicklung der Kälber bzw. Kalbinnen sowie auf deren spätere Milchleistung und Nutzungsdauer bei den wichtigsten in Österreich vertretenen Rassen untersucht. STEINWIDDER und GREIMEL (1999) haben gezeigt, dass die Nutzungsdauer einen enormen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion hat. Besonderes Augenmerk wird auch auf die Körperentwicklung gelegt.

Mit dem vorliegenden Projekt soll also die optimale Aufzuchtintensität für Kälber und Kalbinnen für die in Österreich gehaltenen Rinderrassen ermittelt werden.

Tabelle 2: Am Projekt „Erstabkalbealter“ teilnehmende Schulen

Bundesland	Schule	Ort	Kühe	Rasse	Wirtschaftsweise
Burgenland	Güssing	Güssing	8	FV, HF	konventionell
Niederösterreich	Warth	Warth	13	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Phyra	Phyra	14	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Edelhof	Zwettl	10	Fleckvieh	biologisch
Steiermark	Kirchberg am Walde	Grafendorf	10	Fleckvieh	konventionell
Steiermark	Grottenhof-Hardt	Graz	7	Brown Swiss	biologisch
Steiermark	Hafendorf	Kapfenberg	15	Brown Swiss	konventionell
Steiermark	Grabnerhof	Admont	8	Fleckvieh	konventionell
Kärnten	Litzlhof	Lendorf	10	Pinzgauer	biologisch
Kärnten	Stiegerhof	Gödersdorf	9	FV, BS, HF	konventionell
Kärnten	HLFS Pitzelstätten	Klagenfurt-Wölfnitz	9	FV, BS, HF	konventionell
Salzburg	Winklhof	Oberalm	11	Pinzgauer	biologisch
Salzburg	Klessheim	Wals	5	Pinzgauer	biologisch
Tirol	Weitau	St. Johann in Tirol	8	Pinzgauer	biologisch
Tirol	HLFS Kematen	Kematen	8	BV, BS	biologisch
Vorarlberg	Rheinhof	Hohenems	8	Brown Swiss	biologisch

Dies bedeutet, dass einerseits gegenüber bisherigen Gepflogenheiten ein niedrigeres Erstabkalbealter angestrebt wird, um die sehr hohen Aufzuchtkosten zu reduzieren und damit die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung zu verbessern. Andererseits sollen die Nachteile einer zu intensiven Aufzucht vermieden werden und auf diesem Weg die Milchleistungskapazität der Kühe in den Betrieben voll ausgeschöpft werden. Dabei kommt es vor allem darauf an, die Intensität in der kritischen Phase der Euterentwicklung nicht zu übertreiben (Nachteile auf spätere Milchleistung!) und in den übrigen Phasen eine raschere Tierentwicklung zu erreichen, was zu einer früheren Abkalbung und daher zu niedrigeren Kosten führt (SEJRSEN et al. 1978, 1982). Damit soll die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung auf den landwirtschaftlichen Betrieben direkt verbessert werden. In der vorliegenden 2. Mitteilung wird der Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer der Kühe beschrieben.

Material und Methoden

Versuchsorte und Versuchstiere

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten mit Rinderhaltung durchgeführt. In jeder Schule wurden – je nach Herdengröße – 8 bis 16 neugeborene Kuhkälber der Kühe des Lehrbetriebes in den Versuch aufgenommen (Tabelle 2).

Versuchsplan

Es wurde ein zwei-faktorielles Versuchsdesign mit den Versuchsfaktoren Erstabkalbealter (24 oder 28 Monate [EKA 24, EKA 28]) und Tränke-Intensität (8 oder 12 Wochen Milchtränke [Milch 08, Milch 12]) angewendet (2 × 2, siehe Tabelle 3).

In Tabelle 4 ist die angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse angeführt.

Tabelle 3: Versuchsplan (n = 153)

Erstkalbealter (Monate)	EKA 24		EKA 28	
	Milch 08	Milch 12	Milch 08	Milch 12
Dauer der Milchphase (Wochen)				
Tierzahlg bei 1. Abkalbung	40	35	35	43

Tabelle 4: Angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse

Rasse EKA-Gruppe	Kombiniert (FV, BV, PI)		Milchbetont (BS, HF)	
	EKA 24	EKA 28	EKA 24	EKA 28
Lebendmasse				
Lebendmasse bei Geburt (kg)		50		47
Lebendmasse bei 1. Belegung (kg) (60–65 % von 1. Laktation)		400		380
Lebendmasse bei 1. Abkalbung (kg) (85 % von 3. Laktation)		640		608
Lebendmasse bei 3. Abkalbung (kg) (100 % von Endgewicht)		753		715
Alter				
Alter bei 1. Belegung (Monate)	15	19	15	19
Alter bei 1. Abkalbung (Monate)	24	28	24	28
Tageszunahmen				
Zunahmen bis Belegung (g/Tag)	768	606	730	576
Zunahme Belegung bis Vorbereitungs fütterung		747		705

Die Tiere sollten bei einer Lebendmasse von 400 kg (Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer) bzw. 380 kg (Brown Swiss, Holstein, Pinzgauer×RH) zum ersten Mal belegt werden. Das Versuchsziel war, dass diese Lebendmasse bei 24 bzw. 28 Monaten durch unterschiedliche Energieversorgung möglichst genau erreicht wird. Dies entspricht Zunahmen bis zur Belegung von 768 bzw. 606 g (kombinierte Rassen) sowie 730 bzw. 576 g pro Tag (milchbetonte Rassen). Nach der Belegung sollten alle Kalbinnen in gleicher Weise gefüttert werden. Bis zur Vorbereitungs fütterung (zwei Monate vor Abkalbung) waren Tageszunahmen von 705 g (BS, HF, PI×RH) bzw. 747 g (FV, BV, PI) vorgesehen, um die angestrebte Lebendmasse von 608 kg (BS, HF, PI×RH) bzw. 640 kg (FV, BV, PI) am Ende der ersten Trächtigkeit (d. h. mit Kalb) zu erreichen. In den letzten 3 bis 4 Trächtigkeitmonaten ist der tatsächliche Zuwachs höher, da der „gravide Uterus“ (Fötus + Eihäute + Uterus) selbst 280, 410, 530 bzw. 660 g/d zunimmt (FERRELL et al. 1976). Ein hohes Wachstum nach der Belegung wirkt sich nicht mehr negativ auf die Euterentwicklung und daher auch auf die Milchleistung in der Laktation aus (SEJRSEN et al. 1978, 1982).

Die Kühe wurden entsprechend den Gepflogenheiten der jeweiligen Lehrbetriebe mit betriebseigenem Grundfutter und Kraftfutter gefüttert, wobei das Kraftfutterniveau zwischen den Betrieben unterschiedlich gewesen ist, wie eine interne Auswertung des Milchleistungsniveaus der Schulen gezeigt hat. Nähere Angaben zur Fütterung der Kälber bzw. Kalbinnen finden sich in KIENDLER et al. (2019).

Erhebungen und statistische Auswertung

Beim Umfang und der Art der Erhebungen wurde Bedacht genommen, dass es sich um einen Feldversuch und nicht um einen Versuch unter Stationsbedingungen handelt. Von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden EDV-Formulare für jeden Betrieb vorbereitet, um die Eintragungen auf den Lehrbetrieben mit möglichst geringem Aufwand durchführen zu können. Die meisten Parameter (Lebendmasse, Körperkondition, Körpermaße) waren im 4-Wochen-Rhythmus zu erheben, d. h. 1 Mal pro Monat. Die Milchleistung wurde anhand der LKV-Messdaten berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Statgraphics 17 und SAS 9.4. In die statistischen Modelle gingen die fixen Effekte Tränke-Intensität (Dauer der Milchtränkephase), Erstkalbealter und Rasse sowie deren Wechselwirkungen ein. Weiters wurden Schule und Tier innerhalb Schule als zufällige Effekte mit der Procedure Mixed berücksichtigt. Multiple Mittelwertvergleiche wurden nach Tukey-Kramer durchgeführt. In den Ergebnistabellen werden die LS-Means für die fixen Effekte Tränke-Intensität, Erstkalbealter und Rasse, die Residualstandardabweichung sowie die p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen angeführt. Der Verlauf der Parameter während der Laktation wurde als Interaktion der Haupteffekte mit der Zeitvariablen „Laktationsmonat“ berechnet und wird in den Abbildungen graphisch dargestellt.

Zur Einteilung in Rasse-Gruppen ist festzustellen, dass dies streng genommen nur bei Fleckvieh (FV) und Brown Swiss (BS) möglich war. Die milchbetonten Genotypen Holstein Friesian (HF), Red Holstein (RH) und Pinzgauer × Red Holstein-Kreuzungen wurden zu einer Gruppe zusammengefasst (HF.RH.PI), weil sie als jeweils eigene Gruppe im vorliegenden Versuch nicht in ausreichender Anzahl vertreten waren bzw. der Effekt Schule und Rasse vermengt war, d. h. nicht zu trennen gewesen wäre. Ebenso verhielt es sich mit Original-Braunvieh (OBV) und kombinierten Pinzgauern (PI, ohne RH-Anteil), deren statistische Auswertung infolge zu geringer Häufigkeit an die Grenzen stieß, weswegen sie in den graphischen Darstellungen auch nicht berücksichtigt werden konnten (in den Tabellen abgekürzt als OBV.PI).

Ergebnisse und Diskussion

Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße

Die Ergebnisse zu Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaßen sind in Abhängigkeit von den Versuchsfaktoren in Tabelle 5 angeführt. Graphische Darstellungen zum Einfluss der Tränke-Intensität und des Erstkalbealters

sowie von Genotyp und Laktationszahl finden sich in den *Abbildungen 1* bis *6*.

Der Faktor Tränke-Intensität während der Aufzucht (Milch 08 vs. Milch 12) hatte in der späteren Nutzungsphase der Tiere als Kühe in keinem der Parameter einen signifikanten Einfluss und die Werte beider Gruppen waren nahezu identisch. Anders verhielt es sich mit dem Versuchsfaktor Erstabkalbealter (EKA 24 vs. EKA 28). Mit Ausnahme der Kreuzhöhe (also der Körpergröße) erzielten die Kühe der Gruppe EKA 28 durchwegs höhere Werte, waren also signifikant schwerer, hatten eine höhere Körperkondition sowie einen größeren Brust- und Bauchumfang. Der in *Tabelle 5* angegebene signifikante p-Wert für die Interaktion EKA × Laktationszahl ($p < 0,001$) bedeutet allerdings, dass der Einfluss des Erstabkalbealters mit ansteigender Laktationszahl abnimmt. Dies ist in *Abbildung 1* dargestellt. Dieser Sachverhalt ist auch in dem Sinne zu interpretieren, dass die Kühe der Gruppe EKA 24 bei ihrer ersten Abkalbung auf Grund ihres niedrigeren Alters in einem jüngeren Entwicklungsstadium waren als die Tiere der Gruppe EKA 28 und daher nach ihrer ersten Abkalbung noch ein intensiveres Wachstum aufwiesen (*Abbildung 1*).

Hinsichtlich des Genotyps bestanden mit Ausnahme der Kreuzhöhe durchwegs signifikante Unterschiede zwischen den Rassen in der Lebendmasse und den Körpermaßen. Fleckvieh wies in allen Parametern die höchsten Werte auf. Die durchschnittliche Lebendmasse machte 731, 638 und 673 kg in den Rassen FV, BS und HF aus. LEDINEK und GRUBER (2014) führten Erhebungen von Lebendmasse, Körpermaßen und BCS von milchbetonten und kombinierten Kühen (FV, HF) im Laktationsverlauf unter Stationsbedingungen durch und fanden ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen.

Die Laktationszahl wirkte sich ebenfalls signifikant auf Lebendmasse, Körpermaße und BCS aus, wie auf Grund des auch nach der ersten Abkalbung weiterhin stattfindenden Wachstums zu erwarten ist. Die Lebendmasse erhöhte sich im Mittel aller Rassen um etwa 100 kg (618, 675, 715 kg in Laktation 1, 2 und ≥ 3). Die Körperkondition nahm etwas ab und die Körpermaße erhöhten sich naturgemäß, und zwar von der ersten zur zweiten Laktation in stärkerem Maße. Auf den Einfluss der Laktationszahl auf Lebendmasse, Milchleistung und Milcheffizienz haben auch GRUBER und STEGFELLNER (2015) hingewiesen. Auf die signifikante Wechselwirkung der Laktationszahl mit dem Faktor Erstabkalbealter wurde bereits hingewiesen.

In der *Tabelle 5* ist auch angeführt, dass der Faktor Zeit (Z) eine signifikante Rolle für die Ausprägung der Parameter Lebendmasse, Körpermaße und BCS spielt. Der Faktor Zeit stellt das Laktationsstadium sowie die Trockenstehzeit in Monatsabschnitten dar (12 Monate Laktation und 2 Monate Trockenstehzeit), also die vollständige Zwischenkalbezeit von einer Abkalbung bis zu nächsten. In diesem Zyklus findet im ersten Laktationsdrittel verstärkt eine Mobilisation statt, in welchem Lebendmasse, Körpermaße und BCS deutlich abnehmen. Im zweiten Laktationsdrittel liegt – je nach Leistungsniveau und Leistungspotenzial und auch Intensität der Fütterung – eine relativ ausgeglichene Energiebilanz vor, in dem sich Lebendmasse und BCS nicht sehr stark ändern. Und im dritten Laktationsdrittel wird die Energiebilanz positiv, mit der Konsequenz, dass sich Lebendmasse, Körpermaße und BCS deutlich erhöhen.

Tabelle 5: Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße während der Laktation (LS-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)		EKA (E)		Rasse (R)			Laktationszahl (L)			p-Werte											
		8	12	24	28	FV	BS	HF	OBV:PI	1	2	≥ 3	RSD	M	E	R	L	Zeit	EKA × L	M × Z	EKA × Z	R × Z	L × Z
Lebendmasse	kg	669	670	652 ^b	687 ^a	731 ^a	638 ^b	673 ^b	637 ^b	618	675	715	31	0,954	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,976	0,931	<0,001	0,137
BCS	Punkte	3,23	3,22	3,16	3,29	3,40	3,05	3,24	3,22	3,26	3,20	3,22	0,26	0,778	0,016	0,060	<0,001	<0,001	<0,001	0,478	0,832	0,156	0,995
Brustumfang	cm	204,2	204,1	202,3 ^b	206,1 ^a	211,6 ^a	200,7 ^b	205,3 ^{ab}	199,2 ^b	199,4	204,9	208,2	4,4	0,921	0,012	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,574	0,975	0,069	0,721
Bauchumfang	cm	251,1	250,9	249,0 ^b	253,1 ^a	257,4 ^b	248,1 ^b	253,6 ^{ab}	245,0 ^b	244,1	251,8	257,1	6,4	0,920	0,030	<0,001	<0,001	<0,001	0,815	0,522	0,014	0,133	
Kreuzhöhe	cm	143,6	144,2	143,9	143,9	144,7	145,2	144,5	141,2	143,3	144,2	144,2	1,2	0,411	0,920	0,207	<0,001	<0,001	0,051	0,024	0,942	0,178	

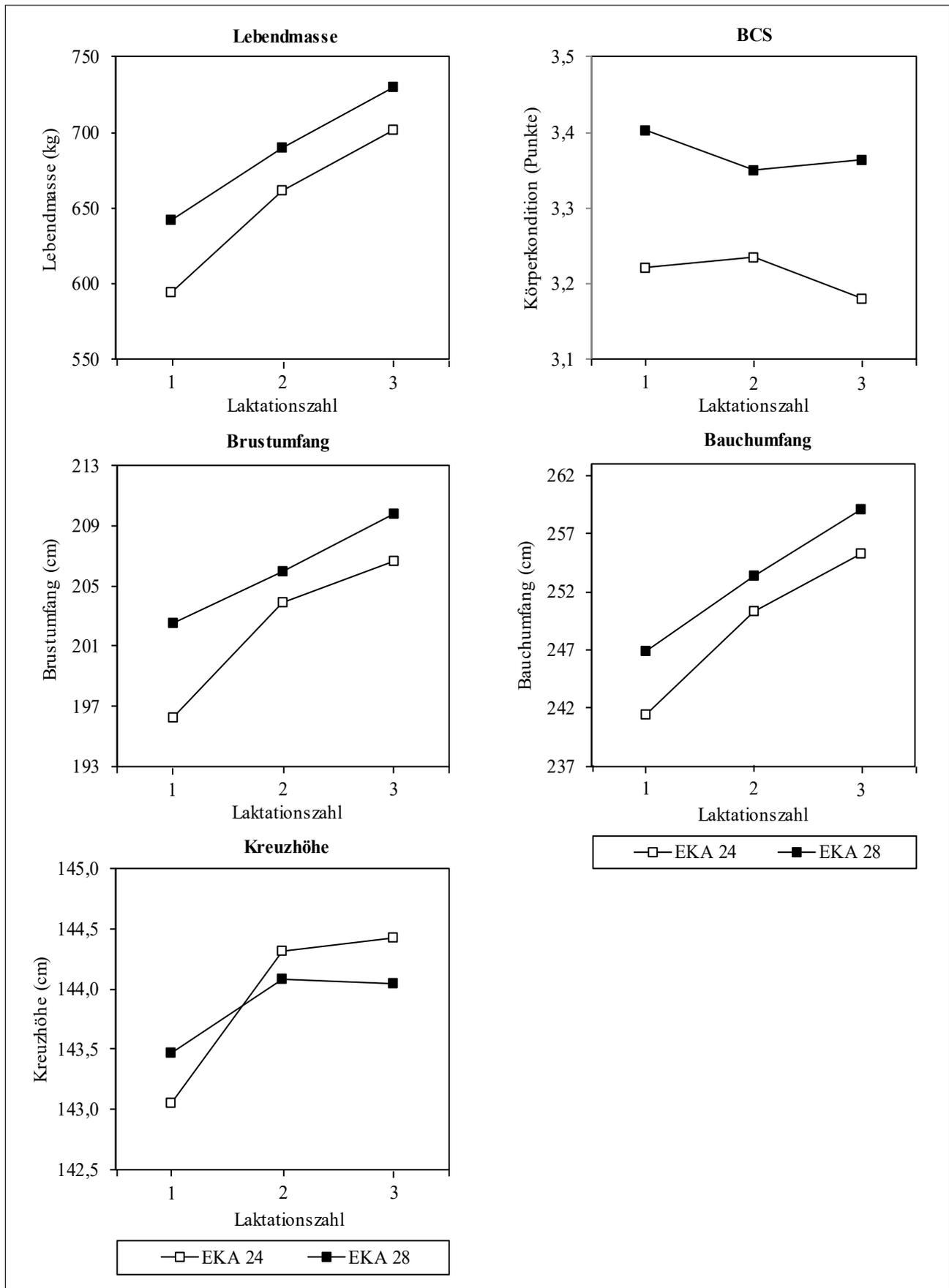


Abbildung 1: Einfluss des Erstkalbealters auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße in Abhängigkeit von der Laktationszahl

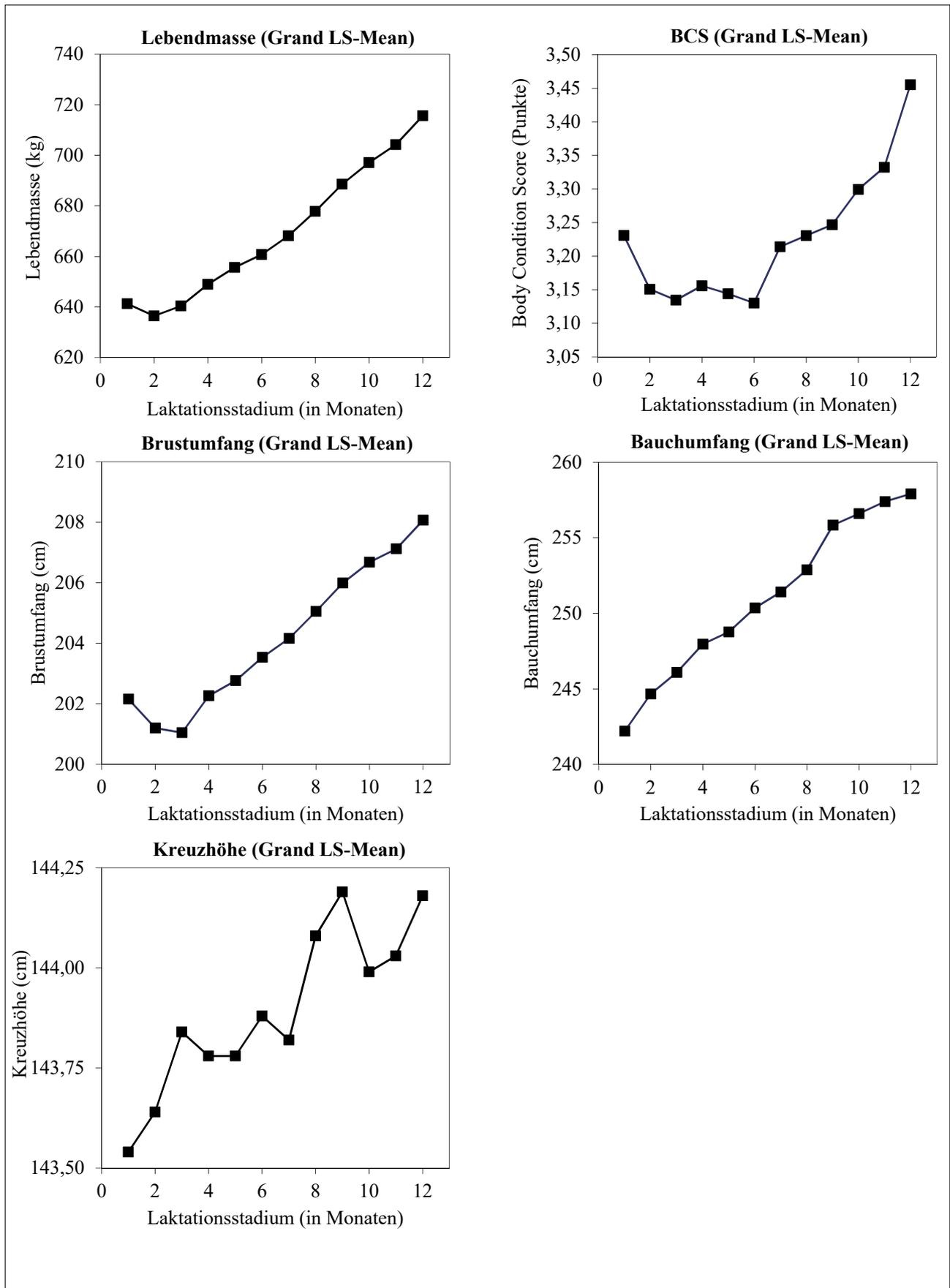


Abbildung 2: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße (Grand LS-Mean, d. h. Gesamtmittelwert)

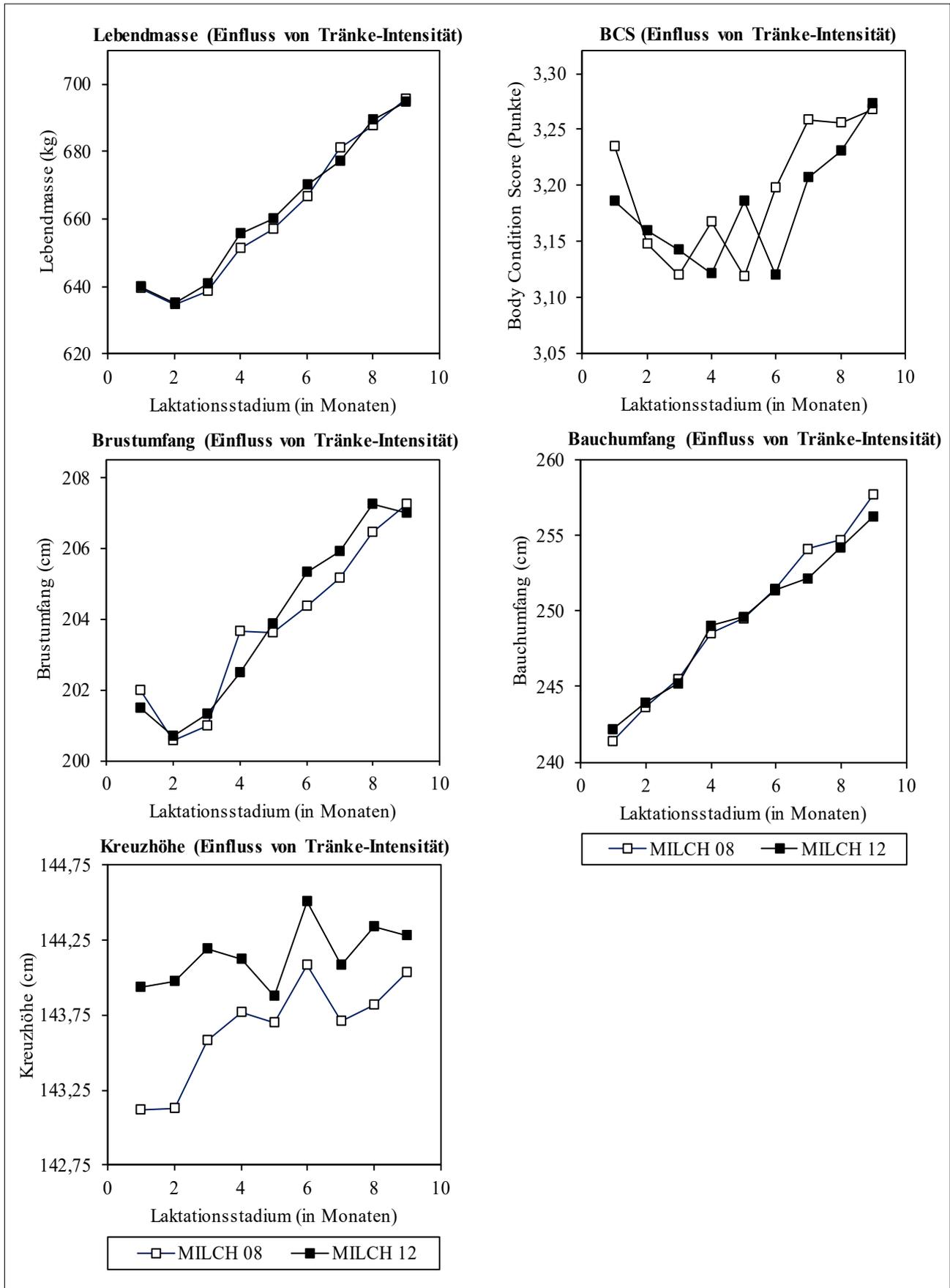


Abbildung 3: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße in Abhängigkeit von der Tränke-Intensität

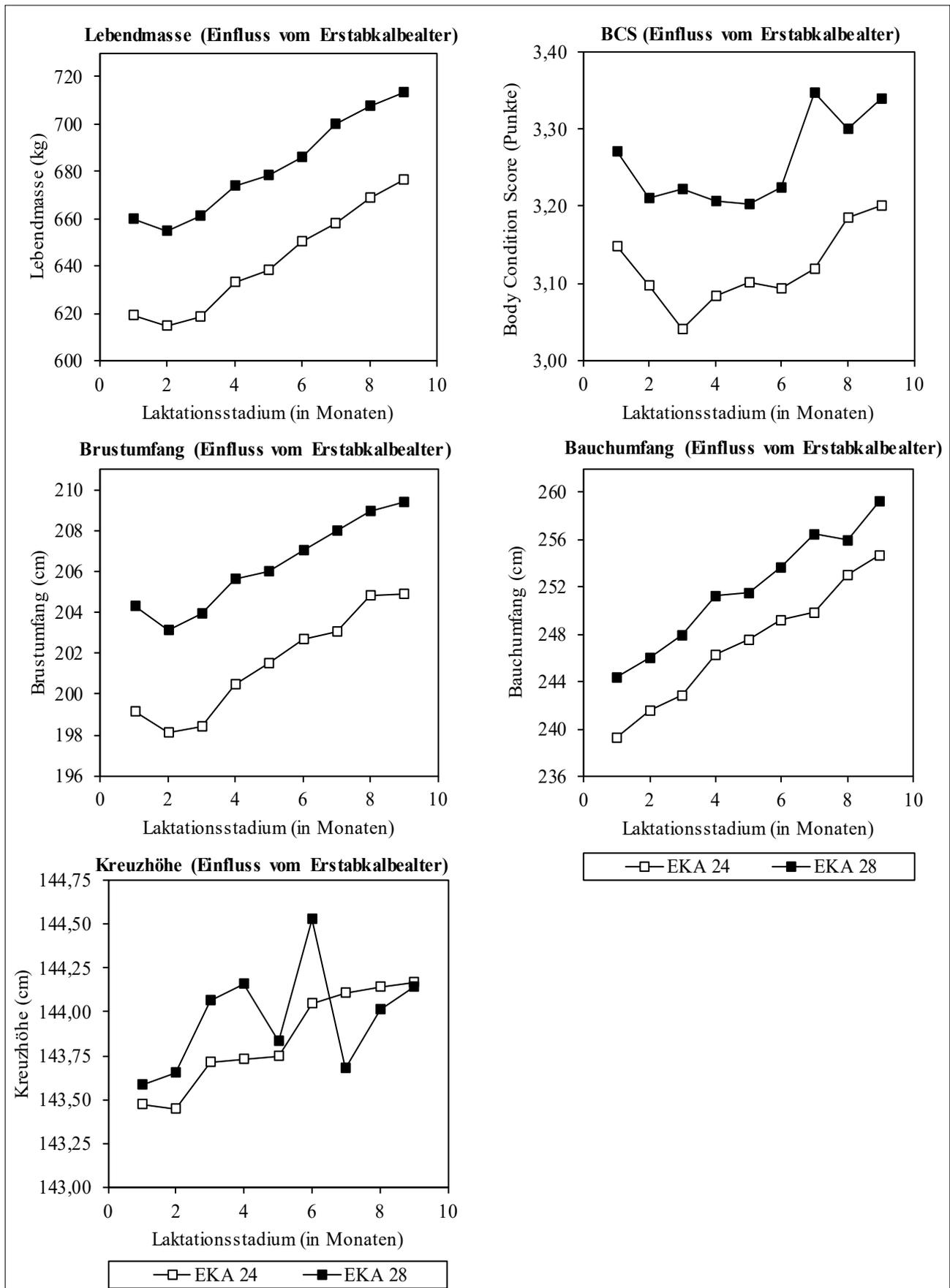


Abbildung 4: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße in Abhängigkeit vom Erstkalbealter

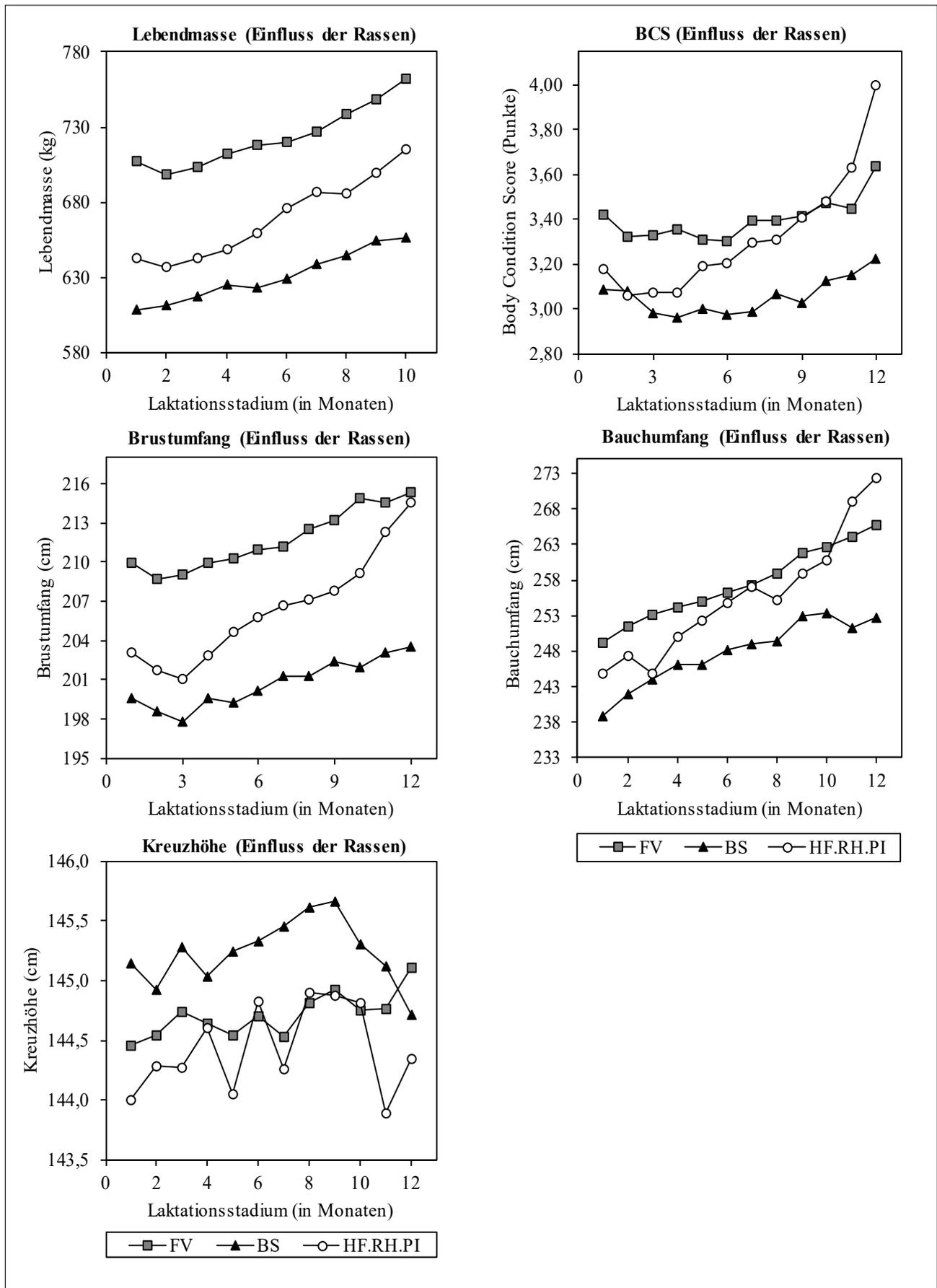


Abbildung 5: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße in Abhängigkeit von der Rasse

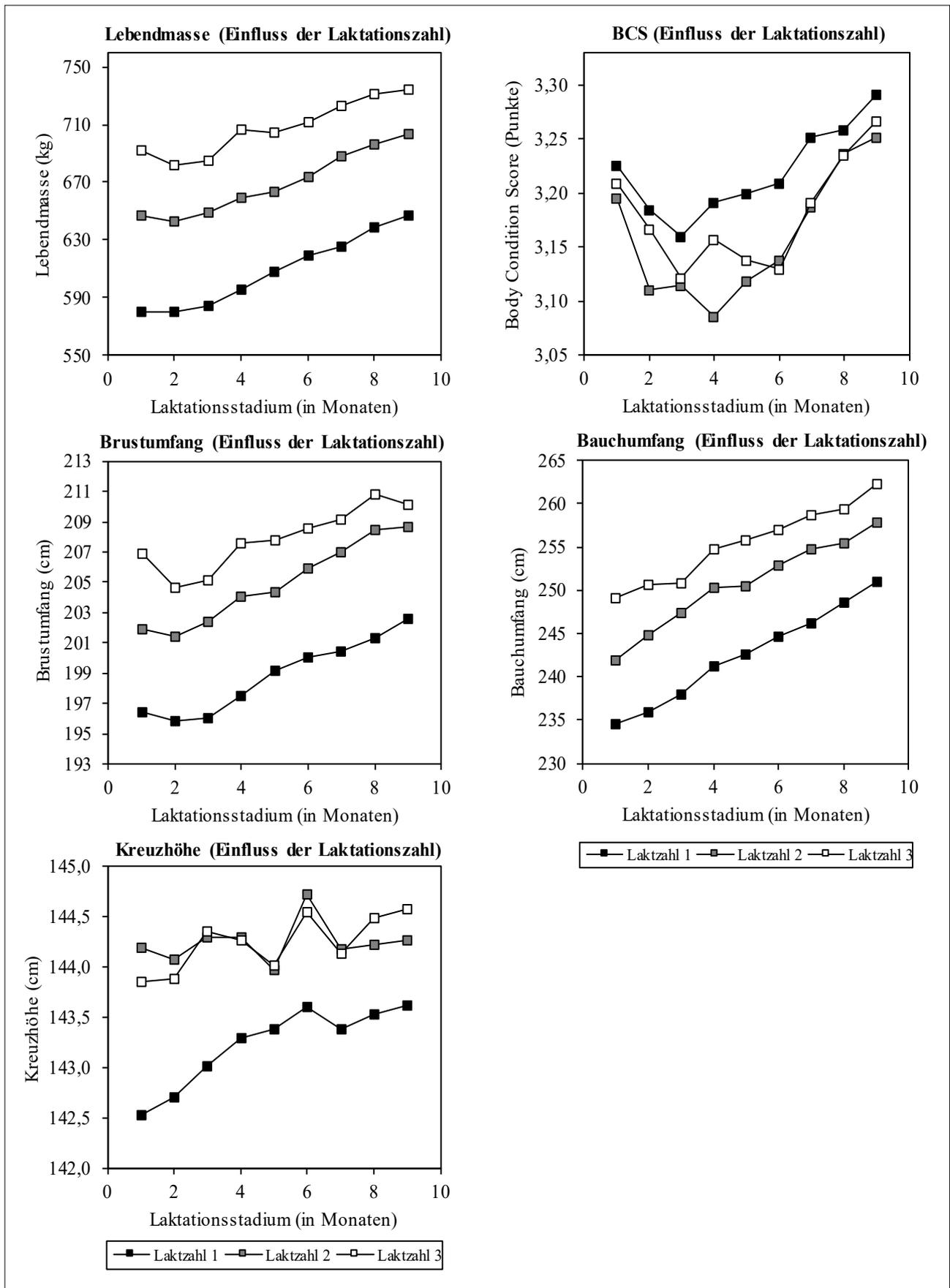


Abbildung 6: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Körperkondition und Körpermaße in Abhängigkeit von der Laktationszahl

In der Trockenstehzeit führt das exponentielle Wachstum des Fötus (GfE 2001) zu einem weiteren Ansteigen dieser Parameter. Diese physiologisch abgeleitete Teilung einer Laktation wurde von KORVER (1982) vorgeschlagen.

In den *Abbildungen 2 bis 6* ist der Einfluss des Laktationsstadiums in Wechselwirkung mit den Versuchsfaktoren Tränke-Intensität, Erstabkalbealter und Rasse sowie in Wechselwirkung mit der Laktationszahl auf Lebendmasse, Körpermaße und BCS graphisch dargestellt.

Milchleistung sowie Aspekte der Gesundheit und Fruchtbarkeit

Die Ergebnisse zur Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen pro Laktation sind in Abhängigkeit von den Versuchsfaktoren in *Tabelle 6* (305 Tage-Standardlaktation) und *Tabelle 7* (tatsächliche Laktationsdauer) angeführt.

Die tatsächliche Laktationsdauer war im Durchschnitt knapp drei Wochen (+19,4 Tage) länger als die Standardlaktation (294,4 Tage). Aus diesem Grund werden beide Informationen in *Tabelle 6* und *7* gesondert angeführt. Die Tränke-Intensität während der Aufzucht (Milch 08 vs. Milch 12) übte weder in der Milchmenge noch in den Milchinhaltsstoffen einen signifikanten Einfluss aus. Ebenso blieb das Erstabkalbealter ohne signifikante Auswirkungen auf die Parameter der Milchleistung. Andererseits unterschied sich die Milchleistung zwischen den Laktationen hochsignifikant ($p < 0,001$), wobei vor allem die große Steigerung der Milchleistung von der 1. auf die 2. Laktation auffällt (6.374, 7.792, 8.525, 9.213 kg ECM bei tatsächlicher Laktationsdauer in Laktation 1, 2, 3 und 4; *Tabelle 7*). Diese Entwicklung der Milchleistung in Abhängigkeit von der Laktationszahl ist ein wichtiges Argument für die entsprechende Berücksichtigung der Nutzungsdauer von Milchkühen. Im Gegensatz zu den Parametern Lebendmasse, BCS und Körpermaße (*Tabelle 5*) war zwischen Erstabkalbealter und Laktationszahl keine signifikante Wechselwirkung festzustellen. Das unterschiedliche Erstabkalbealter wirkte sich folglich in allen Laktationen in gleicher Weise auf die Milchleistung aus und nicht etwa in der 1. Laktation in höherem Ausmaß, wie durch die geringere Lebendmasse in Gruppe EKA 24 gegenüber EKA 28 vorstellbar wäre. *Abbildung 7* weist allerdings auf einen Trend hin, nach dem in der 1. Laktation die Kühe der Gruppe EKA 28 eine etwas höhere Milchleistung aufwiesen als die Gruppe EKA 24. Dieser Trend kehrt sich im Laufe der Laktationen um, und zwar ab der 2. bis 3. Laktation. Die in der vorliegenden Untersuchung vertretenen Rassen unterschieden sich signifikant in der Laktationsdauer und der Milchleistung. Fleckvieh wies signifikant die höchste Milchleistung auf, gefolgt von den HF-Genotypen, Brown Swiss und Original-Braunvieh (9.463^a, 8.794^{ab}, 7.505^{bc} und 6.142^c kg ECM). Dies war allerdings auch mit der höchsten Laktationsdauer verbunden, was womöglich mit der Fruchtbarkeitssituation in Verbindung zu bringen ist (351^a, 328^a, 320^a und 256^b Tage in Laktation). Eine österreichweite Untersuchung („Efficient cow“) hat gezeigt, dass der Red Holstein-Anteil in Fleckvieh zum Teil nicht unerheblich ist (LEDINEK et al. 2018), was die vorliegenden Ergebnisse erklärt. Es ist auch denkbar, dass es statistisch nicht vollständig gelungen ist, den Effekt der Rasse vom Effekt der Schule zu trennen, sodass ein gewisses Ausmaß an

Tabelle 6: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe je Laktation (Standardlaktation) (L.S.-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)		EKA (E)		FV	Rasse (R)			Laktationszahl (L)				p-Werte (Haupteffekte)			p-Werte (Interaktionen)			R ²
		8	12	24	28		BS	HF:RH:PI	OBV:PI	1	2	3	≥4	M	E	R	L	M × E	E × R	
Laktationsdauer	Tage	295	294	294	295	301 ^a	296 ^{ab}	286 ^b	293	295	295	295	0,319	0,685	0,018	0,587	0,130	0,033	0,534	9,5
Milchleistung	kg	7.498	7.366	7.371	7.492	8.464 ^a	6.773 ^b	6.328 ^b	5.899 ^a	7.217 ^b	7.945 ^c	8.665 ^d	0,316	0,502	<0,001	<0,001	0,379	0,248	0,207	69,2
Milchleistung (ECM)	kg	7.617	7.504	7.524	7.597	8.547 ^a	7.038 ^b	6.493 ^b	6.054 ^a	7.362 ^b	8.110 ^c	8.717 ^d	0,396	0,686	0,001	<0,001	0,013	0,228	0,218	72,7
Milchfetgehalt	%	4,15	4,17	4,17	4,16	4,08	4,32	4,17	4,22	4,18	4,17	4,08	0,739	0,878	0,188	0,126	<0,001	0,674	0,184	34,3
Milchweißeigehalt	%	3,38	3,42	3,41	3,39	3,40	3,44	3,44	3,38	3,41	3,40	3,40	0,136	0,424	0,115	0,734	0,033	0,875	0,955	32,9

Tabelle 7: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe je Laktation (Tatsächliche Laktationsdauer) (L.S.-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)		EKA (E)		FV	Rasse (R)			Laktationszahl (L)				p-Werte (Haupteffekte)			p-Werte (Interaktionen)			R ²
		8	12	24	28		BS	HF:RH:PI	OBV:PI	1	2	3	≥4	M	E	R	L	M × E	E × R	
Laktationsdauer	Tage	312	315	317	311	351 ^a	320 ^a	256 ^b	312	314	314	316	0,546	0,394	<0,001	0,951	0,370	0,113	0,771	11,2
Milchleistung	kg	7.816	7.776	7.816	7.776	9.314 ^a	7.187 ^b	5.930 ^b	6.179 ^a	7.597 ^b	8.305 ^c	9.104 ^d	0,827	0,872	<0,001	<0,001	0,463	0,141	0,300	57,1
Milchleistung (ECM)	kg	7.990	7.962	8.039	7.913	9.463 ^a	7.505 ^{bc}	6.142 ^c	6.374 ^a	7.792 ^b	8.525 ^c	9.213 ^d	0,885	0,628	<0,001	<0,001	0,045	0,143	0,308	60,0
Milchfetgehalt	%	4,17	4,19	4,19	4,17	4,11	4,34	4,09	4,23	4,19	4,18	4,10	0,38	0,711	0,758	0,143	0,118	<0,001	0,550	25,2
Milchweißeigehalt	%	3,39	3,43	3,43	3,40	3,45	3,47	3,34	3,40	3,42	3,42	3,41	0,20	0,068	0,246	0,066	0,731	0,018	0,816	32,4

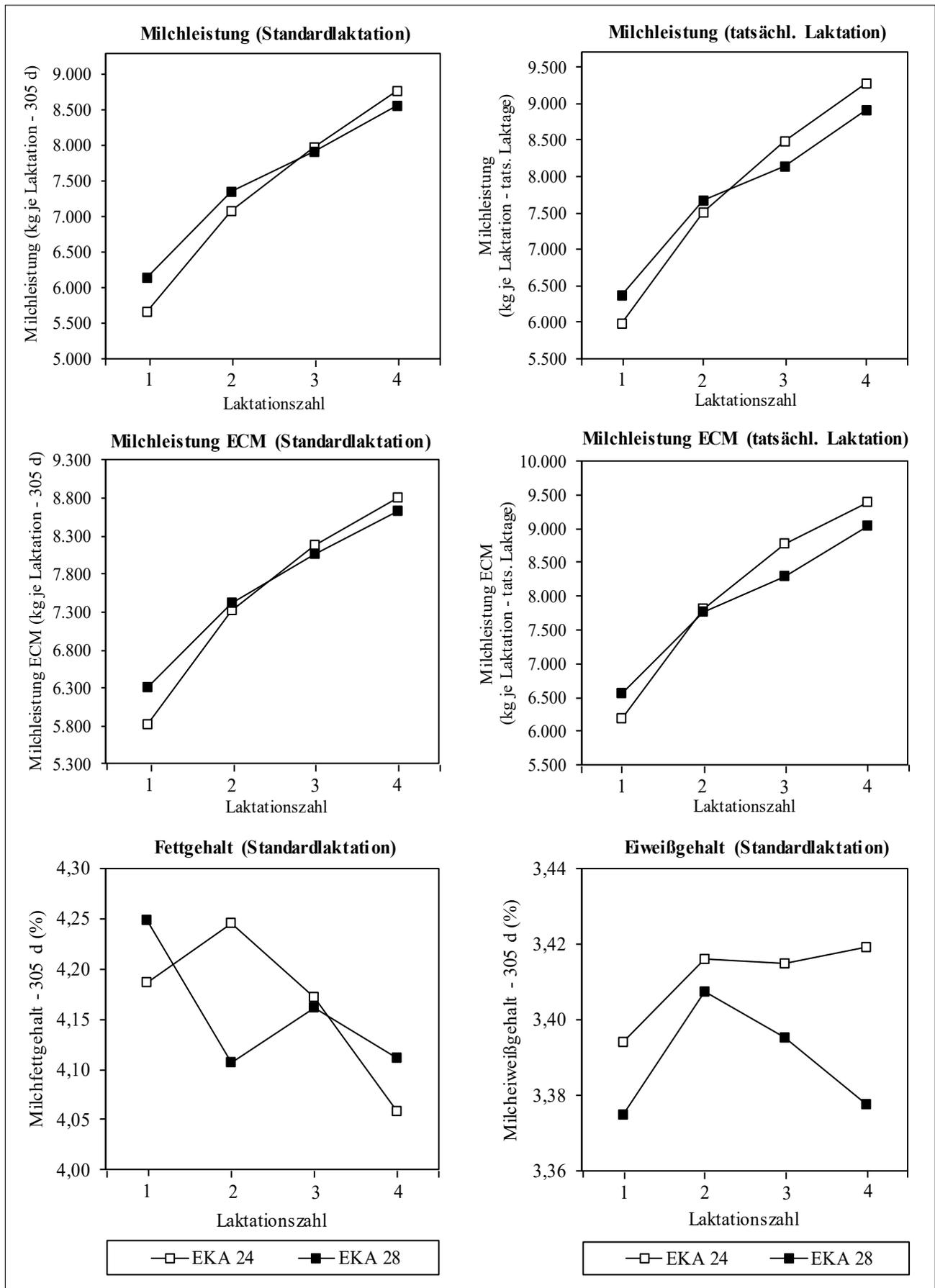


Abbildung 7: Einfluss des Erstkalbealters auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in Abhängigkeit von der Laktationszahl

Betriebseffekt im Rasseneffekt enthalten ist. In der Gesamtpopulation der Rassen in Österreich weist Holstein, wie auch in den internationalen Statistiken, die höchste Milchleistung auf (7.661, 7.461, 8.945 kg Milch in den Rassen FV, BS und HF, ZuchtData 2018).

Abschließend wurde auch die Lebensleistung an Milch aller im Versuch stehenden Tiere mit vollständigen Laktationen untersucht (Tabelle 8 und 9). Die hohe Residualstandardabweichung besagt, dass nicht nur in der Leistungshöhe pro Laktation, sondern auch in der Anzahl der Laktationen große Unterschiede zwischen den Tieren bestehen, sodass allein auf Grund dieser Tatsache keine signifikanten Unterschiede – verursacht durch die Versuchsfaktoren – zu erwarten sind. Es wurden auf Basis der Lebensleistung weder in der Milchleistung noch in den Milchinhaltsstoffen durch keinen der Versuchsfaktoren – also durch Tränke-Intensität, Erstabkalbealter oder Rasse – signifikante Unterschiede verursacht. Die Milchleistung der Gruppen Milch 08 und Milch 12 war nahezu identisch (30.708 vs. 30.543 kg ECM bei tatsächlicher Laktationsdauer). Bei der Beurteilung des Erstabkalbealters zeigt sich ein leichter Trend zu Gunsten der Gruppe EKA 24 gegenüber EKA 28 (32.401 vs. 28.850 kg ECM). Die Gründe dafür können vielfältig sein. Eine Möglichkeit wäre, dass die Kühe der Gruppe EKA 28 älter waren und daher ihr Stoffwechsel länger beansprucht wurde. Weiters ist denkbar, dass diese Tiere mit höherer Körperkondition in ihr produktives Leben als laktierende Kuh gestartet sind und daher einer intensiveren Mobilisation ausgesetzt waren. Etwas überraschend ist, dass sich die Rassen in ihrer Lebensleistung nicht signifikant unterschieden, obwohl ihre Leistung pro Laktation signifikant unterschiedlich war. Dies weist darauf hin, dass höhere Milchleistungen mit einer höheren Stoffwechselbelastung einhergehen, wie auch aus der Nutzungsdauer abzulesen ist (2.91, 3.38, 3.08, 4.02 Jahre bei FV, BS, HF.RH.PI bzw. OBV.PI). GRUBER et al. (2018) ermittelten – unter konstanten Umweltbedingungen – bei auf Hochleistung gezüchteten Holstein-Genotypen durchwegs ungünstigere Parameter hinsichtlich Gesundheit, Tierarzt-Behandlungen, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer im Vergleich zu „extensiveren“ HF-Genotypen (aus Neuseeland bzw. Lebensleistungs-Linien nach Bakels/Haiger) bzw. im Vergleich zu kombiniertem Fleckvieh. Die durchschnittlichen Populationswerte für Österreich gibt ZuchtData (2018) für FV, BS, HF und PI hinsichtlich Nutzungsdauer mit 3.86, 3.78, 3.38, 3.57 an, hinsichtlich Abkalbungen mit 4.02, 3.64, 3.37, 3.71 und hinsichtlich Lebensleistung mit 29.825, 28.431, 31.226, 20.769 kg Milch. In Österreich ist die Lebensleistung der höher leistenden HF nur unwesentlich höher als die von Fleckvieh, was mit dessen höheren Nutzungsdauer zu erklären ist.

Hinsichtlich der Kriterien zu Gesundheit/Fruchtbarkeit konnten in diesem Feldversuch nicht sehr

Tabelle 8: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in der Lebenszeit (Standardlaktation) (L-S-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)			EKA (E)			Rasse (R)			p-Werte (Haupteffekte)			p-Werte (WW)			R ²
		8	12	24	24	28	FV	BS	HF.RH.PI	OBV.PI	RSD	M	E	R	M × E	E × R	
Nutzungsdauer	Jahre	2,91	2,93	3,09	2,75	2,26	2,98	2,68	3,75	0,97	0,914	0,178	0,300	0,192	0,910	0,0	
Milchleistung	kg	26,674	26,112	27,424	25,362	22,340	24,429	27,245	31,557	11,879	0,806	0,507	0,696	0,293	0,977	6,1	
Milchleistung (ECM)	kg	27,058	26,487	27,839	25,706	22,580	25,327	27,413	31,771	12,105	0,807	0,501	0,745	0,169	0,979	9,9	
Milchfettgehalt	%	4,17	4,19	4,18	4,18	4,05	4,40	4,09	4,18	0,31	0,846	0,943	0,249	<0,001	0,699	40,2	
Milcheiweißgehalt	%	3,38	3,41	3,41	3,38	3,40	3,44	3,31	3,42	0,17	0,483	0,541	0,415	0,174	0,996	31,7	

Tabelle 9: Milchleistung und Milchinhaltsstoffe in der Lebenszeit (Tatsächliche Laktationsdauer) sowie Zwischenkalbezeit (L-S-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)			EKA (E)			Rasse (R)			p-Werte (Haupteffekte)			p-Werte (WW)			R ²
		8	12	24	24	28	FV	BS	HF.RH.PI	OBV.PI	RSD	M	E	R	M × E	E × R	
Nutzungsdauer	Jahre	3,29	3,40	3,61	3,09	2,91	3,38	3,08	4,02	1,07	0,589	0,064	0,590	0,278	0,817	0,0	
Milchleistung	kg	30,192	30,043	31,772	28,463	27,654	27,760	30,404	34,652	12,828	0,952	0,325	0,834	0,390	0,932	6,8	
Milchleistung (ECM)	kg	30,708	30,543	32,401	28,850	28,084	28,821	30,646	34,950	13,168	0,948	0,304	0,882	0,230	0,957	10,9	
Milchfettgehalt	%	4,17	4,17	4,21	4,14	4,12	4,32	4,14	4,11	0,31	0,966	0,355	0,563	<0,001	0,949	39,8	
Milcheiweißgehalt	%	3,38	3,40	3,42	3,37	3,44	3,46	3,34	3,33	0,18	0,538	0,252	0,435	0,188	0,982	27,2	
Zwischenkalbezeit																	
1. bis 2. Laktation	Tage	367	381	387	361	370 ^{ab}	432 ^a	368 ^{ab}	326 ^b	44	0,171	0,055	0,008	0,514	0,159	22,1	
2. bis 3. Laktation	Tage	356	377	363	370	376	448	299	342	51	0,091	0,689	0,021	0,066	0,466	12,2	
3. bis 4. Laktation	Tage	378	385	396	368	378	394	371	382	54	0,635	0,106	0,791	0,083	0,846	0,0	

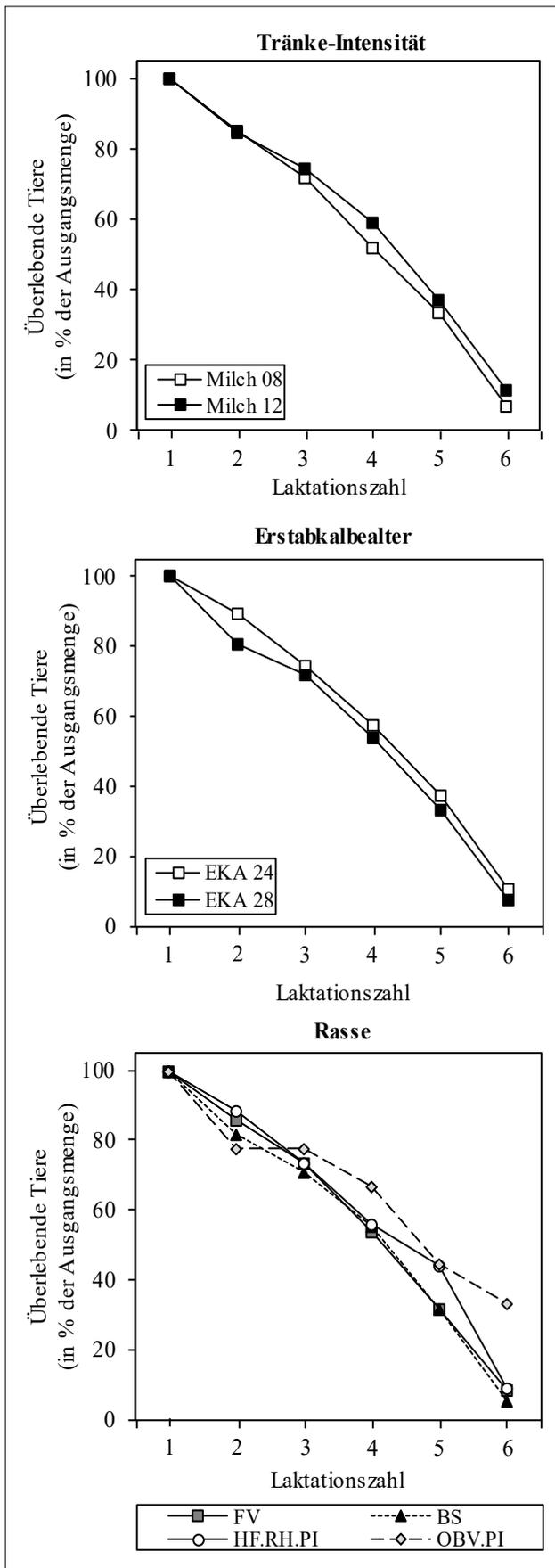


Abbildung 8: Einfluss von Tränke-Intensität, Erstkalbealter und Rasse auf die Überlebensrate von Milchkühen

viele Parameter erhoben werden. Als Beispiel werden die Ausfälle bzw. die überlebenden Kühe je Laktation in Prozent der Ausgangstierzahl in *Abbildung 8* angeführt. Hinsichtlich Tränke-Intensität sind keine Unterschiede zwischen den Gruppen Milch 08 und Milch 12 erkennbar. Bezüglich Erstkalbealter zeigt sich ein ganz leichter Trend zum Vorteil von EKA 24 gegenüber von EKA 28, was auch am Kriterium Nutzungsdauer zu erkennen war. Und die Rassen zeigen die typischen Unterschiede, die sich aus der oben geführten Diskussion hinsichtlich Nutzungsdauer ergeben. Die Überlebensrate je Laktation unterscheidet sich deutlich, und zwar in der Rangfolge $OBV.PI > BS > HF.RH.PI > FV$.

Die Milchleistung einer Kuh hängt einerseits von der Entwicklung des Drüsengewebes (Mammogenese) ab und andererseits von der Sekretionskapazität der einzelnen Sekretionszellen (Laktogenese). Diese Prozesse sind hormonell über den sog. laktogenen Komplex streng gesteuert (HOFFMANN und SCHAMS 1975). Die Entwicklung des Euterdrüsengewebes findet vor allem zwischen der Geburt und der ersten Abkalbung statt, wobei das Euter bereits im Fötalstadium angelegt wird. In der postnatalen Phase verläuft die Entwicklung des Eutergewebes allerdings anders („allometrisch“) als die Entwicklung des übrigen Körpers (SINHA und TUCKER 1969, SEJRSEN 1978). Bis zum Alter von 6 Monaten entwickelt sich das Euter wesentlich langsamer als der übrige Körper, von 6 Monaten bis zur Pubertät (ca. 10–11 Monate je nach Aufzuchtintensität) dagegen doppelt so rasch. SWANSON (1960) stellte fest, dass eine zu intensive Ernährung während der Aufzucht die Entwicklung des Drüsengewebes im Euter behindert und stattdessen Fettgewebe angelegt wird. Dies erklärt, warum eine zu intensive Aufzucht die spätere Milchleistung vermindert. Diese Leistungsminderung wurde in vielen Versuchen bestätigt (STELWAGEN und GRIEVE 1992, VAN AMBURGH et al. 1998, WALDO et al. 1998, LAMMERS et al. 1999, RADCLIFF et al. 2000). Eine Meta-Analyse von ZANTON und HEINRICHS (2005) auf der Basis von 8 Publikationen seit 1990 mit Holstein-Kalbinnen bestätigt den negativen Einfluss zu intensiver Fütterung vor der Pubertät, zeigt allerdings auch, dass eine zu niedrige Versorgung ebenfalls zu Einbußen der Milchleistung in der ersten Laktation dieser Tiere führt. Die physiologischen Grundlagen und Erklärungen zu diesen Sachverhalten wurden vor allem in den klassischen Versuchen von SEJRSEN et al. (1982 und 1983) in Michigan (USA) dargestellt. Diese zeigen, dass eine intensive Ernährung vor der Pubertät (*ad libitum*) gegenüber einer restriktiven Fütterung das milchgebende Drüsengewebe des Euters von 642 auf 495 g vermindert und das Fettgewebe von 1.040 auf 1.708 g erhöht. Dagegen wird das Drüsengewebe im Euter bei intensiver Fütterung nach der Pubertät nicht vermindert (987 vs. 957 g), obwohl natürlich ein hohes Futterniveau zu einer Verfettung des Euters führt (1.751 vs. 2.113 g Fett). Bei restriktiver Fütterung wurden höhere Konzentrationen an Wachstumshormon ermittelt, was die Bildung von Drüsengewebe positiv beeinflusst (SEJRSEN et al. 1983). Diese negativen Effekte einer intensiven Fütterung auf die Bildung von Drüsengewebe treten nach der Pubertät und in der Trächtigkeit nicht mehr auf (SEJRSEN et al. 2000). Die Tatsache des geringeren Anteils von Drüsengewebe wirkt sich in allen folgenden Laktationen aus, d. h. es ist zu erwarten, dass die Lebensleistung bei zu intensiver Aufzucht niedriger ist.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich die im Versuch angewandte Milchtränke-Intensität während der Aufzucht (8 vs. 12 Wochen Dauer der Milchtränke) weder auf das Wachstum in der späteren Laktationsphase (Lebendmasse, Körpermaße) noch auf die Milchleistung und Gesundheitskriterien signifikant ausgewirkt haben. Der Einfluss des Faktors Erstabkalbealter (EKA 24 vs. EKA 28, tatsächliches Erstabkalbealter jedoch 25,7 vs. 29,8 Monate) auf die Lebendmasse und die Körpermaße wirkte auch in der Phase der Laktation bis zum Ende der Nutzungsdauer nach, wobei die Tiere der Gruppe EKA 28 schwerer und größer waren als EKA 24. Auf die Parameter der Milchleistung (Milchmenge und Milchinhaltsstoffe) wirkte sich dagegen der Versuchsfaktor Erstabkalbealter nicht signifikant aus. Die Kühe der Gruppe EKA 24 wiesen jedoch eine tendenziell günstigere Nutzungsdauer auf (4,69 vs. 4,09 Laktationen, p-Wert = 0,061) und zeigten etwas weniger Ausfälle. Die günstigere Nutzungsdauer führte zu einer in der Tendenz höheren Lebensleistung (27.839 vs. 25.706 kg ECM Standardlaktation, p-Wert = 0,501). Der größere Unterschied zwischen EKA 24 und EKA 28 bei Betrachtung der Milchleistung in der tatsächlichen Laktationsdauer (32.401 vs. 28.850 kg ECM, p-Wert = 0,304) weist dagegen darauf hin, dass die Tiere der Gruppe EKA 24 ein tendenziell schlechtere Fruchtbarkeit und somit längere Laktationsdauer aufwiesen. Dies zeigen auch die Werte zur Zwischenkalbezeit, die in Gruppe EKA 24 ungünstiger war (Tabelle 9).

Aus diesen Ergebnissen wird der Schluss gezogen, dass das im vorliegenden Projekt angewandte Erstabkalbealter von 26 Monaten gegenüber 30 Monaten ohne Nachteil auf die Milchleistung pro Laktation ist, durch leichte Verbesserung der Nutzungsdauer die Lebensleistung an Milch je Kuh in der Tendenz sogar erhöht ist. Die Versuchsergebnisse weisen somit auf ein gewisses Einsparungspotenzial bei den Aufzuchtkosten hin, und zwar durch Reduzierung der Milchtränke und durch eine Herabsetzung des Erstabkalbealters.

Danksagung

Den an dieser Untersuchung teilnehmenden Landwirtschaftlichen Fachschulen (LFS) und Höheren Bundeslehranstalten (HBLA) sei an dieser Stelle herzlich für die sorgfältige Mitarbeit und Erhebung der Daten gedankt. Für die einzelnen Schulen waren folgende Kolleginnen und Kollegen aus dem Bereich tierische Produktion für das Projekt „Erstabkalbealter“ verantwortlich:

LFS Güssing (Burgenland): Dr. Dana Karaskova, Ing. Franz Freissmuth

LFS Warth (Niederösterreich): Ing. Johann Rigler

LFS Pyhra (Niederösterreich): Ing. Thomas Zuber

LFS Edelhof (Niederösterreich): Dipl.-Ing. Günter Fallmann

LFS Kirchberg am Walde (Steiermark): Ing. Reinhard Pausackl

LFS Grottenhof-Hardt (Steiermark): Dipl.-Ing. Isabella Friedrich

LFS Hafendorf (Steiermark): Ing. Alexander Lehofer, Patrick Heit BED

LFS Grabnerhof (Steiermark): Ing. Helmut Zettelbauer

LFS Litzlhof (Kärnten): Ing. Josef Obweger

LFS Stiegerhof (Kärnten): Ing. Johann Strauss

HLFS Pitzelstätten (Kärnten): Lehrbetriebsleiter Harald Jandl

LFS Winklhof (Salzburg): Ing. Andreas Höllbacher

LFS Kleßheim (Salzburg): Ing. Reinhard Huber

LLA Weitau (Tirol): Dipl.-Ing. Franz Steinwender

HLFS Kematen (Tirol): Dipl.-Ing. Beate Mayerl, Lehrbetriebsleiter Gustav Hacket

BSBZ Hohenems (Vorarlberg): Ing. Christian Winklehner

Weiters möchten wir Herrn Ing. Martin Mayerhofer (Zucht-Data, Wien) für die Bereitstellung der LKV-Daten der Lehrbetriebe herzlich danken.

Literatur

CHASE, L.E. und C.J. SNIFFEN, 1988: Developing a nutritional strategy for dairy replacement heifers. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers 1988, 119-123.

FERRELL, C.L., N. HINMAN und W.N. GARRETT, 1976: Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. J. Anim. Sci. 42, 1477-1489.

GARNSWORTHY, P.C., 2005: Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In: Calf and Heifer Rearing. Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Ed. P.C. Gansworthy. Nottingham University Press, 1-11.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 135 S.

GRUBER, L. und M. STEGFELLNER, 2015: Effizienz bei Milchkühen – Einfluss von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 23-40.

GRUBER, L., J. HÄUSLER, A. HAIGER, G. TERLER, A. SCHAUER, M. ROYER und D. EINGANG, 2018: Einfluss von Genotyp und Futterniveau auf Leistung sowie Gesundheits- und Fruchtbarkeitsparameter von Milchkühen. 130. VDLUFA-Kongress, Münster, 18.-21. September 2018, Kongress-Band 2018, 305-316.

HAIGER, A., 2005: Naturgemäße Tierzucht Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung bei Rindern und Schweinen. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 144 S.

HEINRICHS, A.J., 1993: Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76, 3179-3187.

HOFFMANN, B. und D. SCHAMS, 1975: Control of parturition and lactation in cattle: Endocrinological aspects. In: The early calving of heifers and its impact on beef production (ed.: J.C. TAYLOR), Comm. Eur. Comm., Luxembourg, 58-75.

KIENDLER, S., L. GRUBER und A. SCHAUER, 2019: Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung – 1. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern und Kalbinnen. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10.-11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 23-33.

KORVER, S., 1982: Feed intake and production in dairy breeds dependent on the ration. Dissertation Wageningen, 139 S.

- LAMMERS, B.P., A.J. HEINRICHS und R.S. KENSINGER, 1999: The effects of accelerated growth rates and estrogen implants in prepubertal Holstein heifers on estimates of mammary development and subsequent reproduction and milk production. *J. Dairy Sci.* 82, 1753-1764.
- LEDINEK, M. und L. GRUBER, 2014: Erhebungen von Körpermaßen und BCS im Laktationsverlauf und ihre Beziehungen zu Lebendmasse und Energiebilanz. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 31-44.
- LEDINEK, M., L. GRUBER, F. STEININGER, K. ZOTTL, M. ROYER, K. KRIMBERGER, M. MAYERHOFER, C. EGGER-DANNER und B. FUERST-WALTL, 2018: Analysis of lactating cows in commercial Austrian dairy farms: Diet composition, and influence of genotype, parity and stage of lactation on nutrient intake, body weight and body condition score. *Ital. J. Anim. Sci.*, 1-14. Online: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1504632>
- RADCLIFF, R.P., M.J. VANDEHAAR, L.T. CHAPIN, T.E. PILBEAM, D.K. BEEDE, E.P. STAINISIEWSKI und H.A. TUCKER, 2000: Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 83, 23-29.
- SEJRSEN, K., 1978: Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual purpose heifers. *Acta Agriculturae Scandinavica* 28, 41.
- SEJRSEN, K., J.T. HUBER und H.A. TUCKER, 1982: Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 65, 793-800.
- SEJRSEN, K., J.T. HUBER und H.A. TUCKER, 1983: Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers. *J. Dairy Sci.* 66, 845-855.
- SEJRSEN, K., S. PURUP, M. VESTERGAARD und J. FOLDAGER, 2000: High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology* 19, 93-104.
- SINHA, Y.N. und H.A. TUCKER, 1969: Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. *J. Dairy Sci.* 52, 507-512.
- STEINWIDDER, A. und M. GREIMEL, 1999: Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. *Die Bodenkultur* 50, 235-249.
- STELWAGEN, K. und D.G. GRIEVE, 1992: Effect of plane of nutrition between 6 and 16 months of age on body composition, plasma hormone concentrations and first-lactation milk production in Holstein heifers. *Can. J. Anim. Sci.* 72, 337-346.
- SWANSON, E.W., 1960: Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. *J. Dairy Sci.* 43, 377-387.
- VAN AMBURGH, M.E., D.M. GALTON, D.E. BAUMANN, R.W. EVERETT, D.G. FOX, L.E. CHASE und H.N. ERB, 1998: Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *J. Dairy Sci.* 81, 527-538.
- WALDO, D.R., A.V. CAPUCO und C.E. REXROAD, JR., 1998: Milk production of Holstein heifers fed either alfalfa or corn silage at two rates of daily gain. *J. Dairy Sci.* 81, 756-764.
- ZANTON, G.I. und A.J. HEINRICHS, 2005: Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *J. Dairy Sci.* 88, 3860-3867.
- ZuchtData, 2018: Jahresbericht 2018. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, A-1200 Wien, 78 S.

Projekt „Erstkalbealter“ und „Efficient Cow“ – welche Konsequenzen zieht der Lehr- und Versuchsbetrieb der LFS Warth aus diesen beiden Projektergebnissen?

Hans Rigler^{1*}

Die Landwirtschaftliche Fachschule Warth liegt in der Buckligen Welt im südlichen Niederösterreich, nahe an der Grenze zur Steiermark und zum Burgenland. Den Schulstandort gibt es seit 1954 und seit Beginn an hat die Rinderzucht und Milchviehhaltung aufgrund des Einzugsgebietes und der Boden- und Klimasituation große Bedeutung.

Im laufenden Schuljahr werden 264 SchülerInnen in elf Klassen in der Fachrichtung „Landwirtschaft“ und „Ländliches Betriebs- und Haushaltsmanagement sowie in der 1-jährigen Ausbildung zum Metallbearbeiter und in der Abendschule für Erwachsene unterrichtet. 36 LehrerInnen sorgen für einen praxisorientierten und schülergemäßen Unterricht.

Neben der „normalen“ unterrichtlichen Tätigkeit ist die Schule auch Standort der Niederösterreichischen Landesimkerschule und der Greenkeeper-Akademie. Land- und Forstwirtschaftliche Meisterkurse werden ebenfalls angeboten. Verschiedenste Spezialkurse in den Bereichen Imkerei, Pflanzenbau, Nutztierhaltung, Technik und vor allem Praxiskurse (Milch- und Fleischverarbeitung, Brot und Gebäckzubereitung, Klauenpflege etc.) sind dabei sehr beliebt. Großveranstaltungen wie „Mehr Erfolg im Kuhstall“ oder „Erfolgreiche Mutterkuhhaltung“ mit Experten als Referenten sind jährliche Fixveranstaltungen. Jährlich werden so mehr als 2.000 Kursteilnehmer gezählt. Die Landwirtschaftliche Fachschule ist weiters ein beliebter Austragungsort für kulturelle Veranstaltungen.

Zentrum der Rinder im Südbahnggebiet Niederösterreichs

Im ehemaligen Rinderstall findet derzeit im 4-wöchigen Rhythmus der Kälbermarkt statt, organisiert vom NÖ Genetik Rinderzuchtverband. Monatlich findet im selben Stall der Einstellermarkt statt. Dafür ist die Rinderbörse verantwortlich. Der Kälbermarktstall ist auch die Anlaufstelle für den Exportmarkt. Die Jungzüchter veranstalten Workshops für Schauvorbereitungen sowie die „Nacht der Jungzüchter“.

Der Lehr- und Versuchsbetrieb – Eckdaten

Der Betrieb liegt auf einer Seehöhe von 387 m mit durchschnittlich 700 mm Jahresniederschlag. Auf 25 ha Ackerfläche entfallen 12,5 ha Feldfutter, 7,5 ha Silomais mit Sortenversuchen und 5 ha Getreide, ebenfalls auf Versuchsbasis. Weitere 22 ha Grünland dienen als Futtergrundlage für die landwirtschaftlichen Nutztiere. Für die Außenwirtschaft

sind 1,5 Arbeitskräfte verantwortlich (Versuchstätigkeit verlangt intensive Arbeit).

Zum Tierbestand zählen aktuell 120 Rinder, 18 Mastschweine und 45 Legehühner. Mit dem Frühjahr dieses Jahres werden auch Masthühner (Weidemast) eingestellt. Für die Betreuung der Tiere sorgen drei umsichtige Männer, die auch z.T. die SchülerInnen im Stalldienst zu betreuen haben. Grund und Boden sowie die Tiere sind die Grundlage für einen praxisorientierten Unterricht. Jede(r) SchülerIn hat im 1. und 2. Jahrgang unter anderem einen 1-wöchigen Stalldienst zu absolvieren. Alle anfallenden Tätigkeiten sind dabei unter Anleitung des Stallpersonals durchzuführen.

Die Milchkühe

55 Milchkühe werden im Liegeboxenlaufstall gehalten, welcher im November 2005 in Betrieb genommen wurde. Verschiedenste Haltungssysteme, wie z.B. unterschiedliche Liegeboxenausführungen (Tiefboxen, Hochboxen, Maxibox) und Liegeboxenabtrennungen, Laufbodenausführungen (Gummimatte, Gußasphalt, Beton) wurden bewusst eingebaut, um den SchülerInnen und Exkursionen die verschiedensten Systeme zeigen zu können. Gemolken wird im 2*3er Autotandem-Melkstand mit automatischer Anrüst-, Ausmelk- und Abnahmeautomatik. Die ermolkene Milch wird zur NÖM Baden geliefert, 15.000 Liter werden für die Großküche bzw. zur Milchverarbeitung herangezogen. Für die Tränke der Kälber ist Vollmilch für uns eine Selbstverständlichkeit. Auch Privatkunden kaufen sehr gerne unsere Rohmilch. Gefüttert wird ganzjährig eine aufgewertete Grundfütterration (AGR), an 2 Kraftfutterstationen stehen den Kühen 2 Fertigfuttermittel zur Verfügung. Die Kraftfutterzuteilung erfolgt nach Milchmenge und Body Condition Score (BCS). Die Klauenpflege wird 2 - 3 mal jährlich/Kuh durchgeführt.

Das Jungvieh

Weibliche Kälber werden zur Gänze aufgezogen. Stierkälber werden mit ca. 6 - 8 Wochen am ansässigen Kälbermarkt verkauft, züchterisch wertvolle Stierkälber werden aufgezogen und bei der Versteigerung in der Berglandhalle vermarktet. Die Kälber sind anfänglich in Einzelglus, später in Gruppeniglus untergebracht. 12 Wochen lang wird Milch verabreicht, mit Tageshöchstmengen von ca. 10 Litern. Heu, Wasser und Kälberstarter werden ab der 2. Lebenswoche angeboten, Silage erst ca. 2 Wochen vor dem Abspänen, anfänglich in geringen Mengen. Seit

¹ Landwirtschaftliche Fachschule Warth, Aichhof 1, A-2831 Warth

* Ansprechpartner: Ing. Hans Rigler, email: hans.rigler@lfs-warth.ac.at

mehr als 10 Jahren wird die Kälberaufzucht dokumentiert (Geburtsgewicht, Milchverbrauch, Tageszunahmen). So konnten im abgelaufenen Jahr durchschnittlich 1.100 g Tageszunahmen erreicht werden. Bei den Stierkälbern lag der Erlös im letzten Jahr bei durchschnittlich 4 Euro/kg Lebendgewicht, es gab auch schon Jahre mit über 5 Euro/kg Lebendgewicht. Das weibliche Jungvieh wird im Warmstall mit Tretmist und Liegeboxen gehalten. Grassilage und Heu sind für diese Tiere das Hauptfuttermittel, im Sommer ist das weibliche Jungvieh auf der Weide. Kraftfutter wird bis ca. einem dreiviertel Jahr verabreicht. Mineralstoffversorgung erachten wir in der Aufzucht als sehr wichtig. Überzählige Tiere werden als Zuchtrind auf der Versteigerung (Bergland, Greinbach), im Export über den Zuchtverband oder privat verkauft. Nicht für die Zucht geeignete Tiere (z.B. Exteriurmängel, Zwitter) werden mit den Schülern geschlachtet.

Zuchtziele

Oberste Priorität haben Kühe, die im täglichen Umgang problemlos sind und infolgedessen möglichst lange im Bestand bleiben sollten. Als zentrales Ziel gilt es, die Lebensstagsleistung der Abgangskühe auf dem derzeitigen Niveau zu halten. Im Detail bedeutet dies:

- Hohe Fruchtbarkeit
- Gute Stoffwechselstabilität
- Eutergesundheit
- Klauengesundheit

Die Kennzahlen des Betriebes sind in *Tabelle 1* angeführt.

Versuche im Lehr- und Versuchsstall

Am Standort können nur Versuche unter Praxisbedingungen abgehalten werden. Das heißt beim Grundfutter haben wir keine Möglichkeit tierbezogene Aufzeichnungen mangels fehlender technischer und personeller Ausstattung zu machen. Beim Kraftfutter sind hingegen über den Transponder Exakterhebungen möglich. Folgende Versuche wurden in den letzten Jahren durchgeführt:

- Efficient Cow
- Kalbinnenaufzuchtversuch mit unterschiedlicher Fütterungsintensität
- Einsatz von Pansenpuffern im Hinblick auf die Effizienz
- Verschiedene Fütterungsversuche für einige Firmen
- Teilnahme am Arbeitskreis Milch seit Beginn der Arbeitskreise
- Seit September 2018: Ausstattung der gesamten Kuhherde mit Pansensensoren (Smactec)

Tabelle 1: Kennzahlen des Betriebes

Kennzahl		2018	2017	2016	2015
Bestand Kühe	Stk.	57	52	53	51
Anteil Abgänge	%	18,6	23,5	25,4	17,7
Erstkalbealter	Mon	26,7	26,8	26,7	27,8
Ø Lebensstagsleistung (LTL)	kg	16,2	15,1	14,5	14,9
Ø LTL Abgangskühe	kg	17,4	17,7	17,4	14,7
Ø Milchmenge	kg	12.024	11.291	11.273	10.629
Ø Fett- und Eiweißmenge	kg	930	888	895	834
Ø Zellzahl LKV	in 1.000	106	133	123	122
Ø Zwischenkalbezeit	Tage	394	384	394	389
Ø Rastzeit	Tage	53	56	47	53

Konsequenzen aus den beiden Versuchen Efficient Cow und Kalbinnenaufzuchtversuch

In der Kälberaufzucht

Kälber brauchen für ihre Entwicklung Milch. Auch in der Mutterkuhhaltung, wo das Kalb eigentlich nahezu uneingeschränkt Milch zur Verfügung hat, kann man die Kälber oft mit 2 bzw. 3 Wochen beim Wiederkaugen beobachten. Diese Tatsache alleine sollte uns schon zu denken geben. Kälber mit knapper Milchmenge hatten nicht, wie ursprünglich immer argumentiert, ein früheres Bedürfnis Beifuttermittel aufzunehmen. Auch die kurze Milchperiode mit nur 8 Wochen brachte keine Vorteile. Die Tageszunahmen und der Wuchs dieser Kälber waren um einiges schlechter.

Als Konsequenz bekommen bei uns die Kälber 12 Wochen Vollmilch, mit Tageshöchstmengen von 10 Litern. Die Tiere sind vitaler, wirken gesünder und widerstandsfähiger. Das Kalb nimmt ca. 650 Liter Vollmilch während der gesamten Aufzucht auf. Der Vollständigkeit halber muss hier erwähnt werden, dass die knappe und kurze Milchaufzucht in Warth, ausgenommen hier im Versuch, nie praktiziert wurde. Nichts desto trotz war diese Erfahrung für uns sehr wertvoll.

In der Kalbinnenaufzucht

Tiere sind in ihrer Entwicklung sehr unterschiedlich. Das Erreichen des anzustrebenden Erstbelegungsgewichts von 460 kg war für die Gruppe „mit 15 Monaten zu belegen“ überhaupt kein Problem. Diese Gruppe erwies sich als sehr einheitlich, nahezu exakt konnte diese Forderung erfüllt werden. Umgekehrt war es sehr schwierig, die Extensivgruppe (460 kg angestrebtes Lebendgewicht mit 19 Monaten) in ihrer Entwicklung zu bremsen. Trotz extensiver Fütterung (minderwertige Grassilage, Strohbeimischung) war eine Reduktion der Zunahmen nicht wirklich möglich. Eine Verfettung setzte bald ein und es war bei weitem schwieriger, die Kalbinnen trächtig zu bringen.

Als Konsequenz besamen wir seit diesen Erfahrungen die Kalbinnen entwicklungsabhängig. Das Erstkalbealter konnte somit seit Versuchsbeginn um ca. 2 Monate herabgesetzt werden. Dies bedeutet auch eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Weiters wird die BCS-Bewertung im praktischen Unterricht laufend auch bei den Kalbinnen durchgeführt und nach Möglichkeit fütterungstechnisch darauf reagiert. Allerdings ist dies in der Gruppenhaltung eher schwierig durchzuführen. Durch die Senkung des Erstkalbealters konnte keine Verschlechterung bei der Abkalbung festgestellt werden. Im Gegenteil, Tiere die zu spät besamt werden, werden oft aufgrund einer Verfettung nicht mehr so leicht trächtig, das Abkalbverhalten ist erschwert und anschließende Stoffwechselerkrankungen sind eher gegeben.

In der Milchkuhfütterung

Folgende Konsequenzen werden aus diesen beiden Versuchen gezogen:

- Mittelrahmige Tiere sind effizienter und stoffwechselstabiler

Extreme im Gewicht sind abzulehnen. 1.000 kg schwere Kühe haben außerdem Platzprobleme in der Liegebox. Eine Kuh, die aufgrund ihres geringen Gewichtes (650 kg nach der 3. Laktation) nur zum Zwecke des Versuches am Betrieb blieb, ist eine der effizienteren lt. Auswertung von Efficient cow. Sehr rahmige Kalbinnen werden daher eher auf der Versteigerung verkauft, weil sie dort gefragt sind und entsprechende Erlöse erzielen. Mittelrahmige und gut konditionierte Kalbinnen bleiben am Betrieb und sind meist auch die problemloseren.

- Laufende BCS-Bewertung nach jeder Leistungskontrolle und Korrektur der Kraftfutterzuteilung – dieses einfache Instrument wird mittlerweile routinemäßig durchgeführt – im praktischen Unterricht mit den Schülern, auch diese profitieren sehr davon
- Ketosetest mittels Teststreifen (Milch) sind wenig aussagekräftig – Untersuchung mittels Blutropfen sind aussagekräftiger – Problemkühe werden seit dem Versuch über Transponder mit Propylenglykol versorgt
- Milchmenge – kein großer Unterschied in der absoluten Leistung, in der Lebenstagsleistung allerdings schon (3 kg Differenz am Schulbetrieb)
- Lahmheitsbeurteilung und anschließende Klauenpflege erfolgt noch gewissenhafter

Zusammenfassung

In Niederösterreich sind wir in der glücklichen Lage bei den Landwirtschaftsschulen auch Lehrbetriebe dabei zu haben. Waren es ursprünglich wirklich nur Lehrbetriebe, sind es in den letzten Jahrzehnten auch tatsächlich Versuchsbetriebe geworden. Durch Einbindung der SchülerInnen in die Datenerfassung können diese auch sehr stark davon profitieren. Für mich als Lehrer ist es dabei äußerst wertvoll, tatsächliche Erkenntnisse aus der Praxis den SchülerInnen und PraktikerInnen zu vermitteln und nicht nur theoretische Inhalte. Die gesamte Datenerfassung erfolgte also durch mich bzw. Personal des Zuchtverbandes. Das Stallpersonal hatte damit keine zusätzlichen Aufgaben, was auch arbeitswirtschaftlich für sie wirklich nicht zu bewältigen gewesen wäre. In der wöchentlichen Arbeitsbesprechung mit dem Stallpersonal werden die Themen der Woche besprochen. Wie in jedem Betrieb ist das gemeinsame Ziel eines der wichtigsten Geheimrezepte.

Wichtiger Grundsatz: Es müssen nicht immer noch höhere Ziele erreicht werden. Mit dem Erreichten zufrieden sein, ist für die persönliche Zufriedenheit enorm wichtig!!

Ein herzliches Dankeschön für die ausgezeichnete Zusammenarbeit an die HBLFA Raumberg-Gumpenstein, den NÖ Genetik Zuchtverband und den Landeskontrollverband.

Analyse österreichischer Milchviehbetriebe im Projekt „Efficient Cow“: Rationsgestaltung und Einfluss des Genotyps auf Produktions- und Effizienzmerkmale

*Analysis of commercial Austrian dairy farms in the project „Efficient Cow“: diet composition
and influence of genotype on production and efficiency traits*

Maria Ledinek^{1*}, Leonhard Gruber², Franz Steininger³, Birgit Fuerst-Waltl¹, Karl Zottl⁴,
Martin Royer², Kurt Krimberger², Martin Mayerhofer³ und Christa Egger-Danner³

Zusammenfassung

Die Studie untersucht Effizienzmerkmale in der Rinderzucht. Die Daten stammen von 6.105 Kühen, 161 Betrieben in 2014 (Projekt Efficient Cow). Die Effizienzmerkmale waren Lebendmasse-, Futter- und Energieeffizienz bezogen auf die Milchleistung. Die meisten Rationen basierten auf Gras- oder Maissilage. Beinahe die Hälfte der Datensätze (42,8 %) waren Rationen mit separat gefüttertem Kraftfutter oder aufgewertete Mischrationen (42,9 %). Der Anteil an Dauergrünlandfutter am Grundfutter reichte von 62 % (Totalmischration) bis 84 % (reine Grundfütterration). Die meisten Produktionsmerkmale und die Effizienz stiegen mit zunehmendem Red Holstein (RH)-Genanteil in Fleckvieh (FV) zu Holstein Friesian (HF) an. Die FV-Klasse mit höchstem RH-Anteil und HF hatte die höchste Milchleistung und Futteraufnahme (29,3 vs. 29,2 kg ECM/Tag; 20,8 vs. 20,9 kg TM/Tag). Brown Swiss (BS) und FV lagen auf geringerem Niveau (26,5 vs. 26,7 kg ECM/Tag; 19,8 vs. 19,7 kg TM/Tag). Der BCS jedoch sank mit ansteigender Milchbetonung von FV zu HF (FV, BS, HF mit 3,42; 2,88; 2,61 Pt.). Hohe Effizienz trat mit einer längeren negativen Energiebilanz auf. Daher ist ein erweiterter Effizienzbegriff bzw. Effizienzindex notwendig, welcher z.B. BCS, Gesundheit oder Fruchtbarkeit berücksichtigt. Besonders die Milchleistung treibt eine hohe Effizienz an. Dies verlangt energiereichere Rationen. Weitere Studien sind notwendig, um zu klären, wie die Effizienz auf Tierebene, wenn sie auf hoher Milchleistung und entsprechend energiereicher Fütterung basiert, mit einer nachhaltigen Milchproduktion und der Verwendung von humanernährungs-tauglichen Futtermitteln interagiert.

Schlagwörter: Effizienz, Energiebilanz, Body condition score, Grundfutter, Fütterungssystem

Summary

The aim of the study was to develop efficiency traits for Austrian cattle breeding. Data came from 161 farms, 6,105 cows, observed in 2014 (project Efficient Cow). The efficiency traits were body weight efficiency, feed and energy efficiency of dairy production. Most diets were grass silage- or maize silage-based. Nearly half (42.8 %) of the records were diets with separately fed concentrate or were partial mixed rations (42.9 %). Feedstuffs from permanent grassland ranged between 62 % (total mixed rations) and 84 % (pure forage diets) of forage. Most production traits and efficiency increased from Fleckvieh (FV) over FV groups with increasing Red Holstein (RH) genes to Holstein Friesian (HF). The FV group with highest RH proportion and HF had the highest milk yield and feed intake (29.3 vs. 29.2 kg ECM/d; 20.8 vs. 20.9 kg DM/d). Brown Swiss (BS) and FV had lower levels (26.5 vs. 26.7 kg ECM/d; 19.8 vs. 19.7 kg DM/d). BCS declined in relation to RH gene proportion of from FV to HF (FV, BS, HF with 3.42, 2.88, 2.61 Pt.). High efficiency co-occurred with a longer negative energy balance. The results highlight the necessity of a broader definition of efficiency in cattle breeding involving parameters like BCS, health and fertility traits. High milk yield driving efficiency was accompanied by energy-dense diets. Further research is needed to clarify how efficiency on animal level, if it is driven by milk yield and based on energy-dense diets, interacts with a sustainable dairy production and the use of human-edible feed stuffs.

Keywords: efficiency, energy balance, body condition score, forage, feeding system

¹ Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89, A-1200 Wien

⁴ LKV Niederösterreich, Pater Werner Deibl-Straße 4, A-3910 Zwettl

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Maria Ledinek, email: marialedinek@yahoo.de

Einleitung

In den letzten Jahrzehnten ist die Milchleistung deutlich angestiegen. Gleichzeitig sanken Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit und Gesundheit (KNAUS 2009). Seit 1950 hat sich in Österreich die durchschnittliche Milchmenge per Laktation von 2.998 kg auf 7.281 kg mehr als verdoppelt (ZAR 2016). Die Nutzungsdauer sank hingegen ebenso wie in anderen Ländern z.B. in den USA und Bayern unter vier Laktationen (KNAUS 2009). Nach ESSL (1982) wurde damit der Grenzwert für die Kosteneffektivität der Kühe unterschritten. Der 1995 in Österreich eingeführte Zuchtwert für Nutzungsdauer gebot diesem Abwärtstrend Einhalt (FÜRST und EGGER-DANNER 2002). Zudem häufen sich Beobachtungen einer stetigen Zunahme der Körpergröße der Tiere (z.B. KROGMEIER 2009). Dies lag in den USA an der Annahme, dass größere Tiere mehr Milch geben (HANSEN 2000). VEERKAMP (1998) beschreibt aufgrund der Auswertung zahlreicher Studien eine genetisch positive Korrelation zwischen Lebendmasse und Milchleistung. Unzureichende Messungen, die Mobilisation von Körpergewebe, oder uneinheitliche Erhebungszeitpunkte dieser Studien überlagern jedoch den Zusammenhang und führen zu oft widersprüchlichen Ergebnissen. In den USA führten züchterische Langzeitstudien (z.B. MAHONEY et al. 1986, HANSEN et al. 1999, BECKER et al. 2012) zu größeren und schwereren Tieren mit höheren Gesundheitskosten. Die schwereren Kühe produzierten auch nicht die meiste Milch (BROWN et al. 1977). Sie weisen jedoch einen höheren Erhaltungsbedarf (GfE 2001) auf. GRUBER (2013) errechnete auf Basis der Nährstoffversorgungsempfehlungen der GfE (2001), dass Kühe durchschnittlich um 832 kg ECM (energiekorrigierte Milchmenge) mehr leisten müssen, wenn ihre Lebendmasse um 100 kg ansteigt, um die gleiche Nährstoff-Effizienz zu erreichen (4,75 MJ NEL pro kg ECM). Nach GRUBER et al. (2004) erhöht sich die Gesamtfuttermittelaufnahme pro kg Milchleistung jedoch nur um 0,22 kg. Dies erfordert eine höhere Energiekonzentration für die Deckung des zusätzlichen Nährstoffbedarfes, oder die Tiere müssen verstärkt Fett einschmelzen (STEINWIDDER 2009).

Aufgrund der hohen Futterkosten in der Milchwirtschaft (DE HAAS et al. 2014) wird den Effizienzmerkmalen immer mehr Beachtung geschenkt. Milchleistung, Futtermittelaufnahmekapazität, das Ausmaß an Mobilisation von Körpergewebe und die Verteilung der Nährstoffe zwischen Milch und Körper zählen zu den Hauptursachen der genetischen Variation der Energie-Effizienz (VEERKAMP und EMMANS 1995). Besonders bei hochleistenden/milchbetonten Tieren und in der frühen Laktation förderte die züchterische Betonung der Milchleistung katabole Stoffwechselprozesse durch eine negative Energiebilanz (MARTENS 2013). Die somatotrope Achse regelt die Aufteilung der Nährstoffe zwischen Milch und Körper (LUCY et al. 2009). Eine hohe Milchbetonung hebt die Gegenregulierung des mobilisations- und milchleistungsfördernden Wachstumshormons (Somatotropin, GH) in der frühen Laktation aus (Insulinresistenz). Damit geht eine verstärkte Mobilisation einher. Neuere Studien (z.B. RINGSEIS et al. 2015) verbinden die dabei freigesetzten freien Fettsäuren (NEFA) mit Entzündungserscheinungen und Stress im Endoplasmatischen Retikulum der Leber. Wie die Literatur zeigt, erstreckt sich die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Nährstoffaufnahme, Lebendmasse,

Milchleistung und deren Relationen (Effizienzmerkmale) z.T. über viele Jahrzehnte. Relativ jung hingegen sind die Erkenntnisse zu den durch die Züchtung betroffenen Stoffwechselfvorgängen. Gleiches gilt auch für die tatsächliche züchterische Anwendung von Effizienzmerkmalen. Eine Zucht auf Effizienzmerkmale führt zu leichteren, aber stark mobilisierenden Tieren und wiederum zu den damit verbundenen Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen (VALLIMONT et al. 2011).

Die Rinderzucht Austria initiierte 2012 das Projekt „Efficient Cow“, um Effizienzmerkmale zu entwickeln und Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen zu prüfen. Die vorliegende Studie beleuchtet die Rationsgestaltung und Grundfütterzusammensetzung österreichischer Milchviehbetriebe. Weiters erläutert sie die Zusammenhänge zwischen Effizienz und Mobilisationsvorgängen abhängig von der Milchbetonung der Genotypen.

Material und Methoden

Datenerhebung und Schätzung der Futtermittelaufnahme

Die Daten stammen von 161 Milchviehbetrieben und 3.634 Fleckvieh, 1.437 Brown Swiss und 1.034 Holstein-Friesian Kühen. Die Betriebe liegen auf einer Seehöhe von 300 bis 1.460 m in flachen, hügeligen und gebirgigen Regionen. Die Rassen verteilen sich über alle Produktionsgebiete und spiegeln die österreichische Rassenverteilung wider (ZAR 2016). Acht Betriebe hielten alleinig Holstein, 24 Brown Swiss und 78 Fleckvieh. Die restlichen beherbergten zwei (39) oder drei Rassen (12). Kreuzungstiere außer Fleckvieh×Red Holstein gingen nicht in die Studie ein. Zu jeder routinemäßigen Milchleistungsprüfung wurden zusätzlich Lebendmasse, BCS, Brustumfang, Bauchumfang, Lahmheitsscore und Rationen aufgezeichnet. Pro Kuh ergaben sich bis zu 12 Erhebungen. Die meisten hatten acht. Das Grundfutter wurde getrennt nach botanischer Herkunft (Wiesenfutter, Maisganzpflanze, Klee, Klee gras, ...), nach Aufwuchs (1. Schnitt separat) und Konservierung (Grünfutter, Silage, Heu) beprobt. Die Herdengröße von 3,2 bis 97,9 Kühen entspricht der weiten Spannbreite österreichischer Betriebe. Die mittlere Herdengröße war mit 32,7 Kühen der doppelte damalige österreichische Durchschnitt von 16,5 (ZAR 2016). Das Produktionsniveau erwies sich ebenfalls als überdurchschnittlich. Größere und spezialisierte Einheiten ersetzen in den letzten 50 Jahren die kleinstrukturierte Landwirtschaft (KNAUS 2009, 2016). Dieser Trend setzt sich fort (BMLFUW 2016).

Die Futtermittelanalyse erfolgte im Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich. Die Bestimmung der Rohnährstoffe erfolgte nach der Weender Analyse, jene der Gerüstsubstanzen nach den Angaben von VAN SOEST et al. (1991). Die angewendeten Methoden basieren auf den Richtlinien des VDLUFA (1976–2012). Durchschnittlich ergaben sich 7,5 Grundfütteranalysen pro Betrieb. Die Inhaltsstoffe des Kraftfutters entstammen den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997). Die chemische Zusammensetzung von kommerziellen Futtermitteln stellte TIEFENTHALLER (2014) zur Verfügung. Die Bewertung des Energie- und Proteingehaltes sowie die Berechnung der energiekorrigierten Milch (ECM), des täglichen Energie-

bedarfs und der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) folgen den Vorgaben der GfE (2001). Die tägliche Energiebilanz ergibt sich aus der Differenz zwischen Aufnahme und Bedarf an Energie. Die Beurteilung der Körperkondition (BCS) erfolgte im 5-Punkte-System nach EDMONSON et al. (1989). Die Futterraufnahmeschätzung nach GRUBER et al. (2004) berücksichtigte durch eine neuentwickelte Codierung der Rationskomponenten und mathematischen Gleichungen auch die unterschiedlichen Fütterungssysteme. Genauere Angaben zu Erhebung und Weiterverarbeitung der Rationsinformation finden sich in LEDINEK et al. (2016) und LEDINEK et al. (2018). In *Tabelle 1* ist die chemische Zusammensetzung der Futtermittel angeführt.

Die Effizienzparameter orientieren sich an der Beschreibung von BERRY und PRYCE (2014). Effizienz ist die Relation zwischen Output und Input und nach dem Inputparameter benannt. Die Lebendmasse-Effizienz ist als kg ECM pro kg metabolischer Lebendmasse ($LM^{0.75}$) definiert, die Futter-Effizienz als kg ECM pro kg täglicher Futterraufnahme (TM, Trockenmasse). Die Energie-Effizienz beschreibt den Energieoutput in der Milch (LE, lactation energy) pro aufgenommener Energieeinheit (gemessen in MJ NEL). Die Energie-Effizienz berücksichtigt über die Trockenmasse hinaus den Energiegehalt des Futters und berücksichtigt daher die Grundfutterqualität sowie den Kraftfutteranteil.

Statistische Analyse

Wie in LEDINEK et al. (2018, 2019) ausgeführt, beinhalten die Rassegruppen FV (Fleckvieh), HF (Holstein-Friesian) und BS (Brown Swiss) nur Tiere mit 100 % Genen der jeweiligen Rasse. Die Genotypen der Fleckvieh×Red Holstein-Kreuzungstiere (FV×RH) reihen sich nach ansteigendem RH-Genanteil. Es ergaben sich die Klassen FV×RH6.25 (durchschnittlich 6,25 % RH-Gene, 963 Kühe), FV×RH12.5 (durchschnittlich 12,5 % RH-Gene, 342 Kühe), FV×RH25 (durchschnittlich 25 % RH-Gene, 404 Kühe) und FV×RH50/75 (68 % RH-Gene, 349 Kühe: Kombination von FV×RH50 und FV×RH75). Damit ergab sich ein durchgängiges Spektrum zwischen den 100 %-Genotypen FV (1.576 Kühe) und HF. Dies erlaubt einen Blick auf den Einfluss der Betonung der Milchleistung in einer Zweinutzungsrasse.

Der Grundfüttertyp gruppiert die Rationen nach ihrer Grundfütterzusammensetzung. Die Hauptgrundfüttertypen sind GR (Grünfütter, Dauergrünland), GS (Grassilage), HE (Heu, Dauergrünland), MS (Maissilage), KL (Klee,

Klee gras), LU (Luzerne, Luzernegrass) und ST (Stroh). Wie wurden z.B. Grassilage, Heu, Luzerne oder Maissilage in der Fütterung kombiniert? Rationen, die einen überdurchschnittlichen Anteil z.B. an Grassilage hatten, wurden als grassilage-betont (GS) codiert. Fand sich noch eine andere überdurchschnittlich vertretene Komponente, z.B. Maissilage in der Ration, so entstand der Typ GSMS. Insgesamt kristallisierten sich 18 Subkategorien der Grundfüttertypen heraus (*Tabelle 2*).

Das Fütterungssystem (*Tabelle 3*) beschreibt, wie welche Rationskomponente verabreicht wird (besonders Kraftfutter). Das Kraftfutter wurde entweder vollständig mit dem Grundfutter vermischt (TMR, Totalmischration), oder teilweise mit dem Grundfutter vermischt und noch zusätzlich separat z.B. mittels Kraftfutterstation verabreicht (AGR, aufgewertete Mischration). Eine gänzlich separate Kraftfuttergabe neben einer reinen Grundfütterration galt als SEP. Rationen ohne Kraftfuttergabe sind reine Grundfütterrationen (GFR).

Das statistische Modell beinhaltet Genotyp, Laktationszahl (1, 2, 3+4, ≥ 5), Laktationsstadium (1–12) und deren Wechselwirkungen als fixe Effekte. Die Klassen des Laktationsstadiums bestehen aus 28-tägigen Laktationsmonaten innerhalb 336 Laktationstagen. Unterschiedliche Grundfütterrationen fließen als Grundfüttertyp (1–18) ein, das Management des Betriebes als fixer Effekt Betrieb (1–161). Der zufällige Tierereffekt ist in Betrieb und Genotyp genestet. Die Analyse erfolgte mit der PROC MIXED (SAS 9.4, SAS 2015), der Methode REML und der Freiheitsgradberechnung nach Kenward-Roger. Die Kovarianzstruktur VC wies das geringste Akaike Informationskriterium auf. Die multiplen Mittelwertvergleiche entsprechen der Ausführung ADJUST = TUKEY mit $p < 0,05$ für signifikante Differenzen (*Tabelle 5*).

Ergebnisse und Diskussion

Bedeutung von Fütterungssystem und Grundfüttertyp – deskriptive Beschreibung

Die *Tabellen 2* und *3* zeigen die Anzahl der Datensätze, der Kühe und Betriebe nach Grundfüttertyp und Fütterungssystem. Es zeigt also, wie viele Tiere, Betriebe oder Datensätze von einer bestimmten Grundfütterzusammensetzung oder einem bestimmten Fütterungssystem betroffen waren.

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung (Mittelwert \pm Standardabweichung) **ausgewählter Grundfütterkomponenten** (g/kg Trockenmasse (TM), außer anders angegeben)

Parameter	Grünfütter	Grassilage	Heu	Maissilage	Klee*	Luzerne*	Getreideganzpflanze
TM (g der Frischmasse)	188 \pm 22,6	356 \pm 68,9	926 \pm 20,6	337 \pm 40,8	381 \pm 134,4	734 \pm 256,9	195 \pm 35,2
Rohprotein (XP)	176 \pm 24,1	153 \pm 20,3	105 \pm 20,3	73 \pm 9,6	159 \pm 24,4	159 \pm 19,6	118 \pm 16,2
nXP	142 \pm 5,7	132 \pm 5,7	120 \pm 7,7	130 \pm 3,0	139 \pm 6,9	127 \pm 6,1	128 \pm 6,9
NDF	422 \pm 28,3	438 \pm 41,7	536 \pm 55,5	384 \pm 34,3	440 \pm 50,7	455 \pm 42,8	476 \pm 76,5
ADF	271 \pm 21,0	313 \pm 30,2	352 \pm 36,3	226 \pm 26,0	331 \pm 42,8	355 \pm 38,1	316 \pm 56,4
ADL	42 \pm 7,3	51 \pm 11,6	63 \pm 12,2	32 \pm 5,8	60 \pm 13,0	75 \pm 15,6	38 \pm 8,6
NFC	283 \pm 34,6	268 \pm 34,8	251 \pm 39,8	476 \pm 42,1	269 \pm 35,5	261 \pm 34,0	272 \pm 73,3
ME (MJ/kg TM)	10,66 \pm 0,41	9,94 \pm 0,38	9,30 \pm 0,50	10,87 \pm 0,25	10,37 \pm 0,49	8,76 \pm 0,56	10,07 \pm 0,45
NEL (MJ/kg TM)	6,43 \pm 0,30	5,93 \pm 0,26	5,45 \pm 0,35	6,56 \pm 0,19	6,24 \pm 0,36	5,07 \pm 0,39	6,01 \pm 0,33

*Heu und Silage; uCP: nutzbares Rohprotein am Dünndarm (GfE 2001); NDF: neutrale Detergenzien-Faser; ADF: saure Detergenzien-Faser; ADL: saures Detergenzien-Lignin; NFC: Nichtfaserkohlenhydrate; ME: umsetzbare Energie; NEL: Nettoenergie-Laktation
Angaben nach LEDINEK et al. (2018)

Tabelle 2: Verteilung der Datensätze, Kühe und Betriebe nach Grundfuttertyp (LEDINEK et al. 2018)

Grundfuttertyp	Datensätze (N = 38.070)	Subkategorien (N = 18)	Datensätze (N = 38.070)	Kühe* (N = 11.810)	Betriebe¶ (N = 403)
Grünfütter (GR)	2.136	GR	1.198	534	30
		GRHE	697	321	20
		GRGSHE	241	149	9
Grassilage (GS)	17.662	GS	15.054	3.622	102
		GSHE	1.267	696	34
		GSMS	313	224	7
		GSMSHE	1.028	769	27
Maissilage (MS)	10.826	MS	10.325	2.487	59
		MSHE	202	131	6
		MSGST†	163	89	3
		MSGSGR	136	68	3
Klee (KL)	3.250	KLGSMSHE	2.821	912	23
		KLMS	429	235	8
Luzerne (LU)	985	LUGSHEMS	650	224	10
		LUMS	162	51	2
		LUGS	173	124	3
Heu (HE)	3.089	HE	3.089	1.068	52
Getreideganzpflanze	122	Getreideganzpflanze	122	106	5

*Gesamtzahl der Kühe 6.105, mehrfache Zählungen durch Rationsanpassung

¶Gesamtzahl der Betriebe 161, mehrfache Zählungen durch Rationsanpassung

†ST: Stroh

Tabelle 3: Verteilung der Datensätze, Kühe und Betriebe nach Fütterungssystem

Fütterungssystem	Datensätze (N = 38.070)	Kühe* (N = 8.169)	Betriebe¶ (N = 313)
GFR	913	529	72
SEP	16.283	2.982	106
AGR	16.334	3.255	72
TMR	4.540	1.403	63

GFR: Grundfütterration; SEP: Grundfütterration mit separater Kraftfüttergabe; AGR: aufgewertete Mischration;

TMR: Totalmischration

*Gesamtzahl der Kühe 6.105, mehrfache Zählungen durch Rationsanpassung

¶Gesamtzahl der Betriebe 161, mehrfache Zählungen durch Rationsanpassung, (LEDINEK et al. 2018)

Aufsummiert ergeben sich höhere Zahlen an Kühen und Betrieben als im Projekt teilgenommen haben. Dies ist nicht überraschend. Die Landwirte veränderten Art und Menge der Kraftfutterfütterung. Damit änderte sich auch das Fütterungssystem. Besonders oft wird eine AGR zur TMR, wenn kein separates Kraftfutter aufgrund geringerer Leistung mehr gefüttert wurde. Dasselbe tritt auch häufig zwischen SEP und GFR auf. Ergab sich für ein Tier aufgrund seiner Leistung eine Kraftfuttergabe, so änderte sich seine Ration individuell von einer reinen GFR zu einer SEP. Diese Unterschiede traten im Laufe der Laktation entweder für die gesamte Herde, oder innerhalb eines Erhebungstermins zwischen Futtergruppen oder Einzeltieren auf, abhängig von Milchleistung oder vorhandenem Futter. Daher beziehen sich alle Analysen auf die tierindividuelle Ebene der Einzelmilchleistungsprüfung. Dies berücksichtigt den Effekt der Fütterung möglichst tierindividuell. Einige wenige Betriebe schufen sich auch im Laufe der Erhebung einen Mischwagen an, oder dieser war defekt. Ähnlich verhält es sich auch für den Grundfuttertyp. Das Futter veränderte sich nach saisonalem Angebot (z.B. Weide, Alpung oder günstiger Zukauf von Luzerne oder Maissilage). Damit zeigt sich eine große Vielfalt der Fütterung auf Praxisbetrieben. Die Genotypen verteilten sich über alle Fütterungssysteme und Grundfuttertypen (Abbildung 1). Rationen mit rein

separater Kraftfüttergabe SEP waren am stärksten in der Rasse BS vertreten (49,0 %). Der Anteil an SEP-Rationen sank kontinuierlich mit steigendem RH-Anteil von FV (46,2 %) über FV×RH5075 mit 37,9 % zu HF (27,6 %) ab. Dementsprechend stieg der Anteil an Datensätzen für AGR und TMR. BS weist den geringsten Anteil an Mischrationen auf, HF mit ca. 70 % den höchsten. Die Verteilung der Grundfuttertypen

nach Haupttyp zeigt eine Verringerung des Anteils an dauergrünlandbasierten Rationen über BS (68,9 %), allen FV-Gruppen (61 %) zu HF (43,4 %). Maissilage-betonte Rationen betreffen besonders HF-Kühe (43,2 %). Mit ansteigendem RH-Anteil gewinnen grassilage-betonte Rationen an Bedeutung. Der Anteil an maissilage-betonten Rationen hingegen bleibt bei BS und allen FV-Gruppen ähnlich. Die Zunahme an grassilage-betonten Rationen geht bei FV auf Kosten von heu- oder grünfütter/weide-betonten Rationen. Luzernereiche Rationen bilden für BS eine Ausnahme.

Einerseits zeigt sich eine Aufteilung in Dauergrünland- und maisanbaufähige Gebiete. Andererseits lassen sich auch die typischen Schwerpunkte der Fütterung und die regionale Rasseverteilung nach Genotyp erkennen (ZAR 2016).

Rationszusammensetzung und Inhaltstoffe der Grundfütterration nach Grundfuttertyp

Abbildung 1 zeigt die Grundfütterzusammensetzung der 18 Grundfuttertypen. Die chemischen Inhaltstoffe finden sich in Tabelle 4. Botanische Zusammensetzung und Konservierungsform variierten deutlich aufgrund der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in Österreich. Trotzdem zeigte sich eine eindeutige Spaltung in zwei vorherrschende Kategorien: beinahe reine Grassilageationen (Typ GS, 82 %

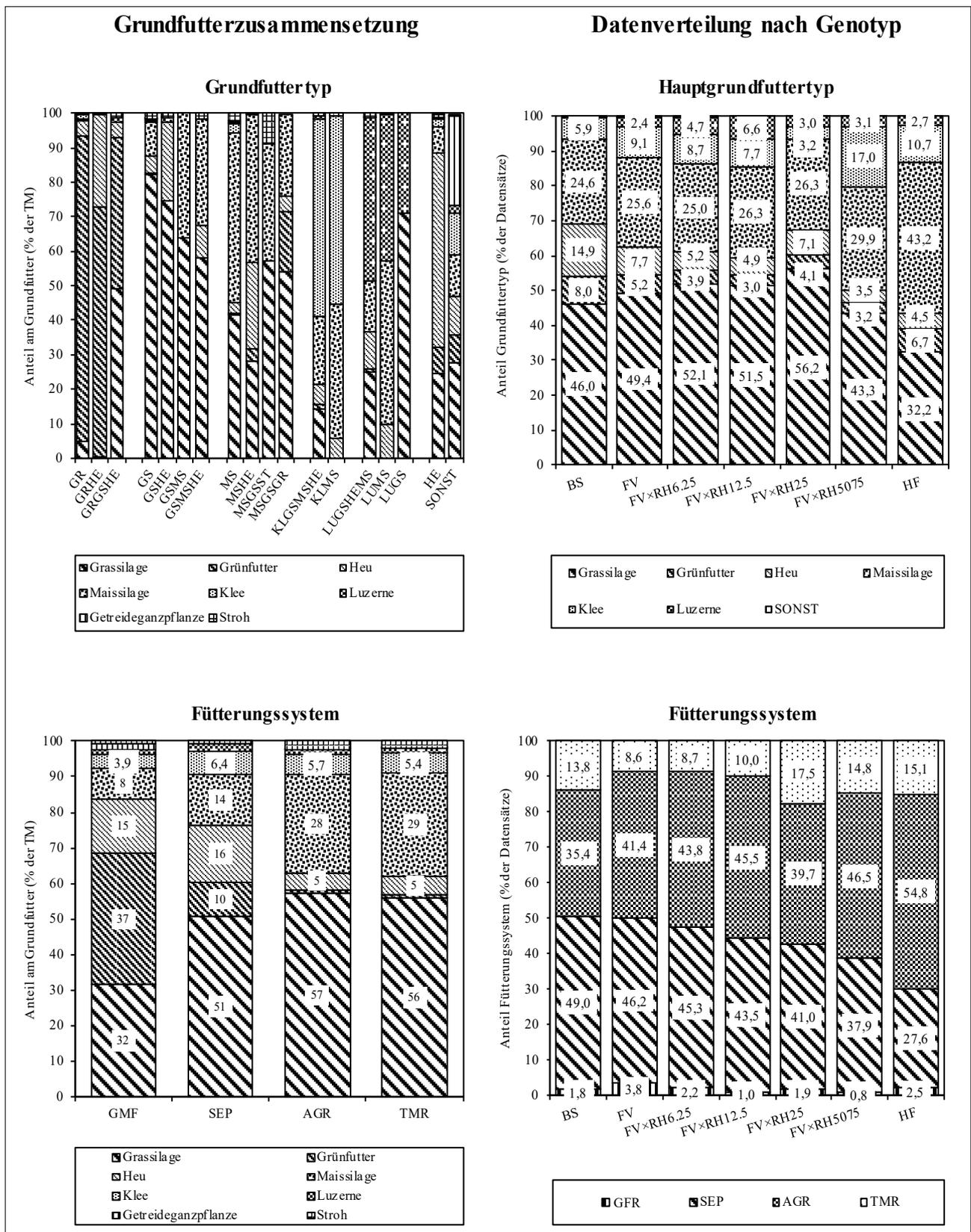


Abbildung 1: Grundfutterzusammensetzung nach Grundfüttertyp (GR: Grünfutter, GS: Grassilage, HE: Heu, MS: Maissilage, KL: Klee, LU: Luzerne, ST: Stroh) und Fütterungssystem (GFR: Grundfütterration, SEP: Grundfütterration mit separater Kraftfüttertergabe, AGR und TMR: aufgewertete und totale Mischration). Die gruppierten Säulen stellen die Subkategorien innerhalb eines Grundfüttertyps dar. Die Kombination von z.B. GR und HE zu GRHE entspricht einem überdurchschnittlichen Anteil von Grünfutter und Heu in diesem Grundfüttertyp. Die Verteilung der Datensätze nach Grundfüttertyp und Genotyp betrachtet die zusammengefassten Subkategorien eines Typs (z.B. GS, GSHE, GSMS, GSMSST gemeinsam), (LEDINEK et al. 2018)

Tabelle 4: Chemische Zusammensetzung der Grundfuttrertypen (g/kg TM) außer anders angegeben (ME und NEL in MJ, tägliche RNB in g/Tag, Harnstoff in mg/100ml)

Grundfutter	Grundfuttrertyp																	
	GR	GRHE	GRCGSHE	GS	GSHE	GSMS	GSMMSHE	MS	MSHE	MSGSSST	MSGSGR	KLGSMSHE	KLMS	LUGSMSHE	LUMS	LUGS	HE	SONST
XP	163	155	140	136	131	123	123	115	115	124	122	141	126	139	110	150	124	130
XF	231	238	252	252	258	242	244	237	245	246	246	245	235	264	260	262	259	267
NDF	435	447	461	450	460	437	442	420	437	451	449	438	428	451	459	434	471	456
NFC	283	282	271	285	284	325	316	358	340	308	314	302	338	290	324	290	284	293
nXP	138	135	131	130	129	130	128	128	129	130	130	135	134	129	123	132	127	130
RNB	4,04	3,10	1,55	1,01	0,38	-0,99	-0,84	-2,39	-2,04	-0,79	-1,21	0,98	-1,15	1,67	-2,03	2,75	-0,47	0,00
ME	10,47	10,31	9,99	9,95	9,89	10,11	9,98	10,24	10,06	10,03	10,15	10,31	10,43	9,65	9,60	9,81	9,84	10,05
NEL	6,29	6,18	5,96	5,94	5,89	6,04	5,96	6,14	6,00	5,99	6,07	6,18	6,26	5,71	5,66	5,83	5,84	5,99
Stickstoffversorgung in der Gesamtration																		
RNB	4,41	3,61	2,03	1,84	1,29	0,65	1,00	0,21	0,05	0,84	0,14	2,02	0,58	2,58	-0,52	2,75	1,19	2,02
tägl. RNB	83,9	68,1	38,3	38,0	27,8	14,9	20,4	5,2	4,5	17,5	8,4	41,5	14,5	51,5	-11,9	57,2	26,4	39,0
Harnstoff	25	25	25	21	18	16	19	19	21	17	17	21	18	22	22	19	20	17

Grassilage, 39,5 % aller Datensätze) und Typ MS mit 49 % Maissilage und 42 % Grassilage (27,1 % aller Datensätze). Typ MS glich damit den Rationen kommerzieller dänischer Milchviehbetriebe (KRISTENSEN et al. 2015) in einer vergleichbaren Studie. Obwohl klee- und luzerne-betonte Rationen nur 8,5 und 2,6 % aller Datensätze ausmachten, ersetzte der Leguminosenanbau regional das Dauergrünland. Die Grassilage der dänischen Betriebe entsprach übrigens einer Mischung von Raygras und Klee. Heu-betonte Rationen (56,5 % Heu) betrafen 8,1 % aller Datensätze. Die ebenfalls geringe Nutzung an grünfütterbetonten Rationen bzw. Weide (5,6 % der Datensätze) hat zwei Gründe: Einerseits ist die Weidehaltung durch klimatische und topografische Bedingungen eingeschränkter als z.B. in Irland und Neuseeland (DILLON et al. 1995, HARRIS und KOLVER 2001). Andererseits ist ein Rückgang der Weide durch vermehrte Stallfütterung und Leistungssteigerung in den letzten Jahrzehnten erkennbar (KNAUS 2009, 2016). Der Grundfuttrertyp beeinflusste die Inhaltsstoffe mit $p < 0,001$. Tabelle 4 zeigt neben der RNB der Grundfuttrertypen auch die RNB der Gesamtration, wie also der Kraftfuttereinsatz die RNB des Grundfutters verändert. Der XP-Gehalt bewegte sich zwischen 110 g/kg TM bei sehr maissilage-betonten Rationen bis zu 163 g bei weide- oder grünfütterbetonten Rationen. Der XP-Gehalt sinkt deutlich mit abnehmendem Anteil an Weide, Grassilage oder Leguminosen. Ein hoher Anteil an Weide/Grünfütter sowie Maissilage senkt den NDF-Gehalt. Dieser war im Typ HE mit 471 g am höchsten, im Typ MS mit 420 g/kg TM am geringsten. Beinahe ein Spiegelbild dazu bildet der Energiegehalt. Hier erreichen die proteinreichen bzw. an Gerüstsubstanzen armen Typen GR, GRHE, MS und beide kleebetonten Typen die höchsten Werte. Eine ausreichend hohe Futterqualität ist ausschlaggebend für eine bedarfsgerechte Ernährung, besonders bei einer hohen Milchleistung (COFFEY et al. 2004).

Ein weiterer Kennwert der Qualität einer Ration ist die RNB. Sie beschreibt die mikrobielle Versorgung mit Energie und Stickstoff im Pansen. Für die Pansenmikroben ist ein möglichst synchroner Kohlenhydrat- und Proteinabbau wichtig. Das Wirtstier ist auf eine bedarfsgerechte Versorgung an nXP (nutzbares Protein am Dünndarm) angewiesen. Die Kombination von Futtermitteln (Grundfütter und Kraftfütter) mit negativer und positiver RNB führt zum Ausgleich (GfE 2001). Hauptsächlich bewegten sich die Grundfütterationen mit einem hohen Maissilage- oder Heuanteil im leicht negativen Bereich. Grassilage-, grünfütter- und leguminosenreiche wiesen erwartungsgemäß einen Stickstoffüberschuss auf. Eine deutlich negative RNB ist nur in einem niedrigen Milchleistungsbereich tolerierbar, solange die nXP-Versorgung des Wirtstieres gesichert ist. Ein Stickstoffüberschuss geht auf Kosten von Tiergesundheit und Umwelt (GfE 2001).

Wie weit wurde das Kraftfütter nun ausgleichend zum Grundfuttrertyp eingesetzt? Die meisten Rationen erfahren eine Erhöhung des Stickstoffangebots relativ zum Energiegehalt. Die maissilage-betonten Rationen gelangen damit in einen leicht positiven bzw. ausgeglichenen Bereich. Gegen die Erwartungen nimmt der Stickstoffüberschuss auch bei den bereits positiven Typen zu. Dies führte zu einer täglichen RNB beim Typ GR von 84 g, beim Typ GRHE mit dem zweithöchsten Weide/Grünfütteranteil von 68 g Stickstoff.

Danach reihen sich jene Grundfütterertypen mit einem hohen Grassilage- und/oder Leguminosenanteil. Kühe vertragen eine tägliche RNB von +50 g Stickstoff noch problemlos. Im Bereich von +50 bis +100 g Stickstoff ist der Milhharnstoffgehalt zu überprüfen (GfE 2001). Dieser liegt bei allen GR-Typen im Bereich von 25 mg/100ml und sonst in einem Bereich zwischen 17 und 22 mg/100 ml. Allerdings zeigten zusätzliche Untersuchungen der Zusammenhänge von Milhharnstoff zu relevanten Einflussfaktoren wie RNB, XP, nXP und Energie-Gehalt, dass die MIR-Spektroskopie einen hohen Anteil an zufälliger Streuung durch Messungenauigkeiten hervorruft. Selbst die genauesten Erklärungsmodelle erreichten nur ein Bestimmtheitsmaß von ca. 30 % mit einem Schätzfehler von $\pm 7,3$ mg/100 ml bei einem Mittelwert von 21 mg (Spannweite ca. 60 mg/100 ml). Damit lässt sich eine Über- oder Unterversorgung an Stickstoff oder die Reaktion des Harnstoffgehaltes auf eine Veränderung der Stickstoffversorgung nicht ausreichend bestimmen (Daten nicht gezeigt). Zu ähnlich ernüchternden Ergebnissen kommen auch eine großangelegte Studie zur Validierung der Harnstoff-Analyse mittels MIR-Spektroskopie in Deutschland (JILG et al. 2018) und die Ergebnisse der Masterarbeit von ORNETSMÜLLER (2018). Zum Vergleich erreichten BRODERICK und CLAYTON (1997) mit der Diacetylmoxim-Methode für colorimetrische Bestimmung des Harnstoffes ein Bestimmtheitsmaß von 83 bis 87 %.

Weiters ist zu beachten, dass die RNB-Werte der Gesamtrationen Least Square Means sind, also von Einflussfaktoren statistisch bereinigte Mittelwerte. So traten auch Rationen mit täglichen RNB-Werten über +100 g auf. Entscheidend für die Unterschiede zu ähnlich zusammengesetzten Rationen mit jedoch akzeptabler RNB ist der Nutzungszeitpunkt (des Dauergrünlandes). So erreicht nur ein früh genutzter Aufwuchs einer häufig genutzten Wiese (≥ 4 Nutzungen) eine RNB von bis zu 15 g/kg TM (DLG 1997). Je höher der Leistungsbedarf der Kühe, desto notwendiger ist jedoch eine hohe Grundfutterqualität für eine wiederkäufer- und leistungsgerechte Ernährung (z.B. GRUBER et al. 1995). Allerdings führt eine hohe Nutzungsintensität des Dauergrünlandes ohne ausreichend ausgleichender Rationskomponenten unweigerlich zu erhöhten Stickstoffverlusten. Ein Beispiel für Grünfütterung im Vegetationsstadium Schossen soll dies erörtern (DLG 1997).

Bei einem untergrasreichen Dauergrünland mit ≥ 4 Nutzungen sind ab der 2. Nutzung von 235 g XP nur 143 g nXP nutzbar. Dies erzeugt einen Stickstoffüberschuss von +15 g/kg TM. Bei einer entsprechenden Wiese mit 2 bis 3 Nutzungen sind von 206 g XP als nXP 149 g nutzbar. Die RNB beträgt +9 g/kg TM. Bei einer obergrasreichen Wiese mit 2 bis 3 Nutzungen sind von 183 g XP immerhin 140 g als nXP nutzbar. Mit +7 g/kg TM halbiert sich der Stickstoffüberschuss verglichen mit der Variante mit ≥ 4 Nutzungen. In allen drei Varianten kann die Kuh nur ähnlich viel Protein tatsächlich nutzen. Das durch die zusätzliche Nutzung der Wiese erarbeitete Protein geht verloren. Für Grassilagen tritt derselbe Effekt auf einem etwas geringeren Niveau auf (nXP 136 g, RNB +8 g bei ≥ 4 Nutzungen; bei 2 bis 3 Nutzungen nXP 135 g, RNB +6 g obergrasreich). Trotzdem traten auch bei den grassilage-betonen Rationen z.T. sehr hohe Stickstoffüberschüsse auf, falls ausgleichende Rationskomponenten nicht ausreichend eingesetzt wurden. Ein Stickstoffüberschuss vermindert die Fruchtbarkeit

durch toxische Effekte von Ammoniak und dessen Stoffwechselprodukten auf Eizellen und Embryonen in einem frühen Entwicklungsstadium (FERGUSON und CHALUPA 1989). Ammoniak gilt als wichtige Vorläufersubstanz von Feinstaub. Dessen Emissionen sollen im Rahmen der NEC-Richtlinie begrenzt werden (BMNT 2019). Daher ist auf eine angepasste Nutzungsintensität und ausgleichende Futterkomponenten zu achten.

Rationszusammensetzung nach Fütterungssystem

Abbildung 1 zeigt die Grundfutterzusammensetzung nach Fütterungssystem. Reine Grundfütterationen (GFR) enthalten einen hohen Anteil an Weide und Heu. Weide und Heu traten kombiniert mit Mischrationen kaum auf. Heu diente oft als Lockfutter oder als Strukturkomponente. Der Anteil an Gras- und Maissilage stieg mit der intensiveren Fütterung von der reinen Grundfütteration über SEP zu den Mischrationen (60 % Grassilage und 30 Maissilage) an. Trotzdem dominierte das Dauergrünland mit 62 % am Grundfutter in der TMR und 84 % des Grundfutters in der reinen Grundfütteration. Reine Grundfütterationen betrafen nur 2,4 % aller Datensätze. Der Kraftfutteranteil lag bei SEP, AGR und TMR bei 27, 35 und 30 %. Die tierindividuelle Anpassung der Kraftfuttermenge dominierte mit 85,7 % der Datensätze (42,8 % SEP, 42,9 % AGR). Insgesamt zeigten der Kraftfutteranteil und der hohe Grad der Mechanisierung (Kraftfutterstation, Transponder, Mischwagen, ..., Daten nicht gezeigt), sowie der geringe Anteil reiner Grundfütterationen, dass das Produktionsniveau der Projektbetriebe überdurchschnittlich war. Damit befanden sich die Projektbetriebe im oberen Bereich des seit Jahrzehnten beobachteten Strukturwandels (BMLFUW 2016).

Effekt des Genotyps und Genotyp \times Laktationsstadium

Tabelle 5 enthält Effizienzmerkmale, Energiebilanz und andere Merkmale z.B. geschätzte Futter- und Energieaufnahme, Milchleistungsmerkmale, Lebendmasse und BCS. Der Genotyp beeinflusste alle Merkmale mit $p < 0,001$. Die Milchleistung, die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der Kraftfutteranteil stiegen mit steigender Milchbetonung von FV zu HF mit zunehmendem RH-Anteil an (LEDINEK et al. 2018). Lebendmasse und besonders der BCS nahmen jedoch ab. Die FV-Gruppen bis FV \times RH12.5 sind einander biologisch besonders ähnlich. BS bewegte sich im Bereich von FV bis FV \times RH25. Sie waren jedoch etwas leichter als HF. Ihr BCS entsprach ungefähr der Mitte von FV und HF. Ähnliche Muster eines höheren Energiegehalts und Kraftfutteranteils bei Rassen mit stärkerer Betonung der Milchleistung entsprechen den Ergebnissen zahlreicher Studien (e.g. DILLON et al. 2003).

In der vorliegenden Studie produzierten FV und BS 12 % mehr Milch als der Durchschnitt der Kontrollkühe dieser Rassen im Jahr 2015. HF gab um 5 % mehr Milch (ZAR 2016). Daher sind die Rassen einander ähnlicher als im österreichischen Durchschnitt. Der Milcheiweißgehalt sank wenig überraschend mit steigendem RH-Anteil von FV-Gruppen bis FV \times RH25 zu HF. Der Milcheiweißgehalt von BS entsprach dessen züchterischen Betonung (ZAR

Tabelle 5: Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung, Futtermittelaufnahme, Energieversorgung und Effizienzmerkmale der Genotypen

Merkmal	Genotyp (G)										RMSE	G	p-Wert Lakzahl	
	FV	FV×RH6.25	FV×RH12.5	FV×RH25	FV×RH5075	HF	BS							
Datensätze, N = 38.070	9.942	5.969	2.156	2.365	2.180	6.172	9.286							
Lebendmasse (LM) und Körperkondition (BCS)														
Lebendmasse (kg)	722 ^b	729 ^a	728 ^{ab}	725 ^{ab}	706 ^c	662 ^d	649 ^c			57	< 0,001	< 0,001		
BCS (Punkte 1–5)	3,42 ^a	3,39 ^a	3,38 ^a	3,24 ^b	3,04 ^c	2,61 ^e	2,88 ^d			0,46	< 0,001	< 0,001		
Milchleistung														
Milch (kg/d)	26,3 ^c	26,3 ^c	26,4 ^{bc}	27,0 ^b	28,9 ^a	29,5 ^a	26,4 ^{bc}			5,4	< 0,001	< 0,001		
ECM (kg/d)	26,7 ^c	27,0 ^c	26,9 ^c	27,7 ^b	29,3 ^a	29,2 ^a	26,5 ^c			5,5	< 0,001	< 0,001		
Milchfett (%)	4,21 ^b	4,28 ^a	4,22 ^{ab}	4,28 ^{ab}	4,22 ^{ab}	4,09 ^d	4,13 ^{cd}			0,66	< 0,001	< 0,001		
Milchweiße (%)	3,53 ^b	3,56 ^a	3,55 ^{ab}	3,55 ^{ab}	3,47 ^c	3,35 ^d	3,49 ^{bc}			0,28	< 0,001	< 0,001		
Laktose (%)	4,73 ^{bc}	4,73 ^{bc}	4,71 ^c	4,74 ^{ab}	4,73 ^{bc}	4,73 ^{bc}	4,75 ^a			0,16	< 0,001	< 0,001		
Futtermittelaufnahme und Energiebilanz														
Grundfutter (kg TM/Tag)	14,10 ^d	14,22 ^c	14,26 ^{bc}	14,40 ^b	14,63 ^a	14,41 ^b	13,96 ^d			1,15	< 0,001	< 0,001		
Gesamtfutter (kg TM/Tag)	19,72 ^c	19,83 ^c	19,87 ^c	20,24 ^b	20,82 ^a	20,86 ^a	19,84 ^c			1,58	< 0,001	< 0,001		
Krautfutter (% der TM)	27,2 ^c	26,9 ^c	26,9 ^c	27,5 ^b	28,3 ^b	29,5 ^a	27,9 ^{bc}			7,0	< 0,001	< 0,001		
Energieaufnahme (MJ NEL/Tag)	129,1 ^e	129,7 ^e	130,0 ^e	132,6 ^d	136,7 ^c	137,4 ^b	130,3 ^{bc}			12,7	< 0,001	< 0,001		
Energiebedarf (MJ NEL/Tag)	130,4 ^b	131,4 ^b	131,2 ^b	133,8 ^a	138,1 ^a	135,5 ^a	126,3 ^c			18,20	< 0,001	< 0,001		
Energiebilanz (MJ NEL/Tag)	-1,22 ^e	-1,57 ^e	-1,39 ^e	-1,07 ^c	-1,12 ^c	1,59 ^b	3,78 ^c			13,12	< 0,001	< 0,001		
Effizienzmerkmale														
Lebendmasse-Effizienz (kg ECM/kg LM ^{0,75})	0,192 ^d	0,193 ^d	0,193 ^d	0,199 ^c	0,215 ^b	0,225 ^a	0,207 ^{bc}			0,041	< 0,001	< 0,001		
Futter-Effizienz (kg ECM/kg GES)	1,333 ^{bc}	1,337 ^{bc}	1,326 ^{bc}	1,349 ^b	1,383 ^a	1,381 ^a	1,319 ^c			0,205	< 0,001	< 0,001		
Energie-Effizienz (MJ LE/MJ NEL)	0,654 ^{bc}	0,656 ^{bc}	0,651 ^{bc}	0,661 ^b	0,676 ^a	0,674 ^a	0,645 ^c			0,102	< 0,001	< 0,001		

^{a-e}Least squares means innerhalb einer Reihe mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich ($p < 0,05$); RMSE: Root Mean Square Error
 FV: Fleckvieh; RH: Red Holstein; 6.25–5075: durchschnittlicher RH-Anteil; FV×RH5075: Fleckvieh mit durchschnittlich 68% RH; HF: Holstein Friesian; BS: Brown Swiss
 ECM: energiekorrigierte Milch (GfE 2001); GES: Gesamtfuttermittelaufnahme; TM: Frockenmasse; NEL: Nettoenergie-Laktation; LE: Energie in der Milch
 BW, BCS, ECM, Futtermittelaufnahme und Energieaufnahme (LEDINEK et al. 2018); Energiebilanz, Effizienzmerkmale und Milchleistung (LEDINEK et al. 2019)

2016). Bezüglich Milchfettgehalt zeigte sich kein Trend von FV bis HF. Allerdings hatten BS und HF den geringsten Milchfettgehalt. In früheren Studien wiesen HF geringere Milchinhaltstoffgehalte verglichen mit Rassen geringerer Milchbetonung auf (DILLON et al. 2003). Auch neuseeländische HF-Typen hatten höhere Milchfett- und Milcheiweißgehalte als HF US-amerikanischer Abstammung. KENNEDY et al. (2003) beschreiben den gleichen Trend zwischen Kühen mit niedrigerem und hohem Zuchtwert die für Milchleistung derselben Rasse. Dieser Effekt begründet sich auf ein größeres Verhältnis von Wachstumshormon zu Insulin und einem insgesamt höheren Wachstumshormongehalt im Blut von hochleistenden Kühen während der Laktation (HART et al. 1978, HART et al. 1979).

Alle Effizienzmerkmale zeichneten sich durch einen ansteigenden Trend von FV zu HF mit zunehmendem RH-Anteil aus (LEDINEK et al. 2019). Die Lebendmasse-Effizienz stieg aufgrund der zunehmenden Milchleistung trotz ähnlicher Lebendmasse der FV-Gruppen bis FV×RH25 an. BS wies eine ähnliche Lebendmasse wie HF und eine ähnliche Milchleistung zu FV auf. Daher liegt deren Lebendmasse-Effizienz auch in der Mitte von FV und den effizientesten Gruppen HF und FV×RH5075. Je geringer der BCS eines Genotyps war, desto effizienter produzierte er Milch. Im Gegensatz dazu entsprachen Futter- und Energie-Effizienz von BS jener von FV. Dies liegt an deren ähnlicher Milchleistung und Futtermittelaufnahme. Kühe oder Genotypen mit stärkerer Milchbetonung weisen nicht nur eine höhere Leistung und Nährstoffaufnahme auf. Sie teilen auch einen größeren Anteil der aufgenommenen Nährstoffe der Milchproduktion als dem Körper zu (YAN et al. 2006). In der aktuellen Studie produzierte HF futter-effizienter als HF-Kühe einer vergleichbaren dänischen Studie (KRISTENSEN et al. 2015). Sie erreichten jedoch nicht die Futter-Effizienz der kleineren und leichteren dänischen Jerseys. Im Gegensatz dazu produzierten die dänischen HF mehr ECM pro kg Lebendmasse als alle Genotypen der aktuellen Studie. Die dänischen HF waren deutlich leichter (dänische HF 602 vs. österreichische HF 662 kg).

In einem Schweizer Rassenvergleich waren neuseeländische und Schweizer HF am effizientesten (PICCAND et al. 2013). Allerdings glichen sich Schweizer FV und Schweizer BS. Das Schweizer FV hatte jedoch einen ähnlichen RH-Anteil wie FV×RH5075. Insgesamt produzierten die Schweizer Kühe weniger effizient Milch als in der aktuellen und dänischen Studie. Das zeigt den Unterschied zwischen High-Input- und weidebasierten

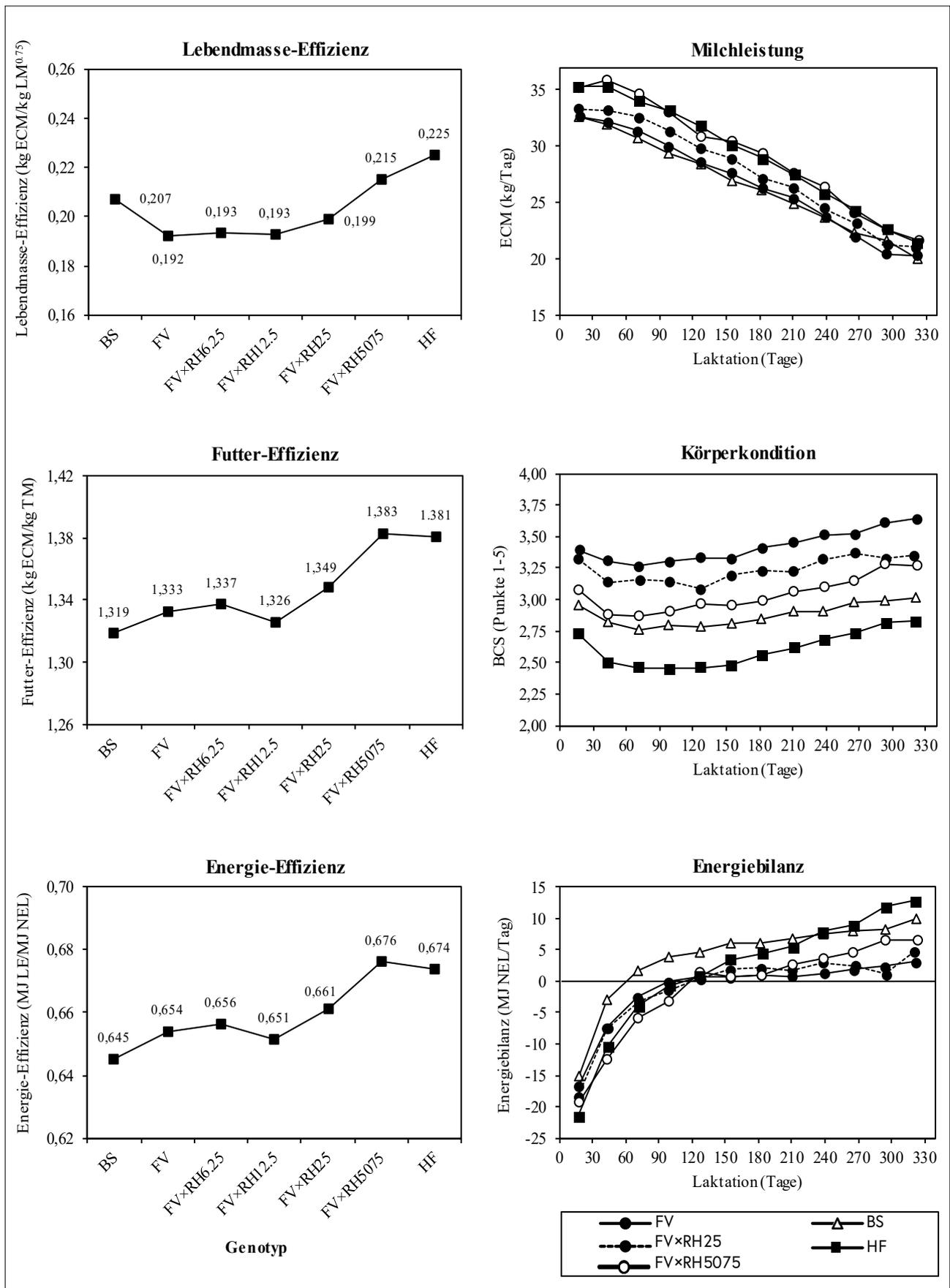


Abbildung 2: Effizienzmerkmale der Genotypen FV, BS und HF und den FV-Gruppen mit ansteigendem RH-Anteil sowie der Laktationsverlauf Milch, des BCS und der Energiebilanz nach Genotyp (LEDINEK et al. 2018, 2019)

Low-Input-Systemen. Weidebasierte Low-Input-Systeme zielen auf eine hohe Produktivität der Fläche und nicht des Einzeltieres ab (DILLON et al. 1995). Die hohe Milchleistung, das Ernährungsniveau und die geringe Nutzung von reinen Grundfütterationen oder Weide zeigten das für Österreich überdurchschnittliche Produktionsniveau der Projektbetriebe. In den letzten 50 Jahren fand ein Strukturwandel zu größeren und spezialisierten Einheiten statt. Saisonalität, Weidehaltung und hauptsächlich grundfutterbasierte Fütterung verloren an Bedeutung (KNAUS 2016). Zusätzlich reduziert eine ansteigende Menge an Kraftfutter die Effizienz, mit der Wiederkäuer für die menschliche Ernährung untaugliche Futtermittel in hochwertige Lebensmittel umwandeln. Die Fläche an verwendetem Dauergrünland pro Tonne Milch korrelierte hingegen positiv mit der Lebensmittelkonvertierungs-Effizienz (ERTL et al. 2015). Eine hohe Effizienz durch eine Milchleistungssteigerung setzt, wie auch in der aktuellen Studie gezeigt, einen höheren Kraftfüttereinsatz voraus. Kleinere und leichtere Typen erreichen dieselbe Effizienz mit geringerer Futterqualität (STEINWIDDER 2009).

Die durchschnittliche Energiebilanz (*Abbildung 2*) bewegte sich zwischen -1,6 (FV×RH12.5) und 3,8 MJ NEL/Tag (BS). Gemeinsam mit der vollständigen Erholung der Körperkondition spricht dieses Ergebnis für eine leistungsgerechte Fütterung auf den Projektbetrieben. Tiere mit hoher Milchleistung sind besonders auf eine hohe Energiedichte der Ration angewiesen, um die verlorenen Fettreserven wieder aufzubauen (COFFEY et al. 2004, YAN et al. 2006). Die Rassen mit der höchsten Milchleistung (HF und FV×RH5075) regenerierten ihren Körper hauptsächlich in der späten Laktation. In diesem Laktationsabschnitt hatten sie eine relativ geringere Milchleistung verglichen mit den anderen Rassen (*Abbildung 2*, BCS). Die Energiedichte der Ration war jedoch höher (LEDINEK et al. 2018). HF verlor am meisten an Körperkondition. Diese stagnierte auch am längsten aller Gruppen auf deren geringstem Niveau bis zum 154. Laktationstag. Die FV-Gruppen mobilisierten weniger Körperfett und regenerierten sich früher. Die Ration von BS war relativ zur Milchleistung energiereich. Daraus folgte auch die geringste Energieeffizienz. BS erreichte einen positiven Energiestatus am 62. Laktationstag. FV folgte am 100. Laktationstag. FV×RH25, HF und FV×RH5075 wiesen erst zwischen dem 110. und 120. Laktationstag eine positive Energiebilanz auf. Damit dauerten die Mobilisationsvorgänge der Genotypen mit der höchsten Effizienz doppelt so lange (LEDINEK et al. 2018).

Einen weiteren Hinweis auf die langanhaltenden Mobilisationsvorgänge der besonders milchbetonten Genotypen bietet der Laktationsverlauf der Milchinhaltstoffgehalte (Daten nicht gezeigt). Der Milchfettgehalt fällt bei HF und FV×RH5075 nach der Abkalbung am stärksten ab. Bei HF sinkt er als einzige Gruppe bis zum 99. Laktationstag. In allen anderen Gruppen liegt der Tiefpunkt ca. am 71. Laktationstag. Einerseits beeinflusst der hohe Anteil an Kraftfutter, also an Nichtfaserkohlenhydraten (NFC), die Menge und Zusammensetzung des Milchfettes. Andererseits spielt der Energiemangel im ersten Laktationsdrittel ebenfalls eine bedeutende Rolle (KIRCHGESSNER et al. 2011). Der Eiweißgehalt zeigte dasselbe Muster in abgeschwächter Form. Die mobilisierbaren Proteinreserven sind begrenzt (KIRCHGESSNER et al. 2011). Der starke Rückgriff auf

die Körperreserven mit steigender Milchleistung oder bei starker Betonung der Milchinhaltstoffe findet sich in zahlreichen anderen Untersuchungen (e.g. COFFEY et al. 2004, YAN et al. 2006, FRIGGENS et al. 2007).

Effekt des Laktationsstadiums – Dirigent im Hintergrund

Tabelle 6 zeigt den Effekt des Laktationsstadiums ($p < 0,001$). Die höchste Futteraufnahme (21,49 kg TM/Tag; 162 g/kg LM^{0.75}) ging gemeinsam mit dem höchsten Kraftfutteranteil (33,1 %, 6,64 MJ NEL/kg TM) und der höchsten Nährstoffkonzentration der Ration am 71. Laktationstag einher (LEDINEK et al. 2018). Mit fortschreitender Laktation sank die Effizienz wegen der abnehmenden Milchproduktion und der zunehmenden Lebendmasse. Der geringste Milchprotein- und Milchfettgehalt fielen auf den 43 und 71. Laktationstag in den Zeitraum der negativen Energiebilanz. Die höchste Effizienz fiel mit der höchsten Milchmenge und der geringen Futteraufnahme in der Früh-laktation zusammen. Diese deutlich gedämpfte Futteraufnahme in der Früh-laktation (INGVARTSEN und ANDERSEN 2000) führte zu einer durchschnittlich 110 Tage andauernden negativen Energiebilanz. Die Kühe gaben teilweise unabhängig vom Nährstoffangebot Milch auf Basis mobilisierbarer Körperreserven. Dieses Phänomen prägen FRIGGENS et al. (2007) als „genetically driven body energy change“. Es sichert die Ernährung des Kalbes unabhängig vom tatsächlichen Nahrungsangebot (BAUMAN und CURRIE 1980, MARTENS 2013). Die Laktation wird in drei Teile geteilt: im 1. Drittel ist die Energiebilanz negativ, im 2. ausgeglichen und im 3. werden die Körperreserven wiederaufgebaut (BAUMAN und CURRIE 1980). Die Effizienz, mit der aufgenommene Nährstoffe in das Körpergewebe eingebaut werden, steigt mit fortschreitender Laktation (YAN et al. 2006). Dies führt auch zur beobachteten BCS-Zunahme. Die Dauer der negativen Energiebilanz und die Intensität der Mobilisation nahmen in den letzten Jahrzehnten deutlich zu. Die Betonung einer hohen Einsatzleistung gilt als Ursache (z.B. MARTENS 2013). Die lange andauernden Mobilisationsvorgänge von ca. 100 Tagen in der vorliegenden Studie stimmen damit überein. Sie weisen auch wiederum auf das überdurchschnittliche Produktionsniveau verglichen zum österreichischen Durchschnitt hin (ZAR 2016). Die hohe Energiekonzentration verhinderte den BCS-Verlust nicht. YAN et al. (2006) zeigten, dass das Füttern einer energiereicheren Ration an spezialisierte Milchrassen nicht nur in einer zusätzlichen Nährstoffaufnahme mündete. Auch jener Anteil der zusätzlich aufgenommenen Nährstoffe, der in die Milchproduktion floss, stieg an. Zusätzlich wirken sich eine hohe Milchleistung, eine negative Energiebilanz oder ihre sichtbaren Ausprägungen wie BCS- und Lebendmasseverlust negativ auf Fruchtbarkeit und Gesundheit aus (z.B. LUCY 2001, PRYCE et al. 2001, MARTENS et al. 2013). Neuere Studien untersuchen das Auftreten eines entzündlichen Zustandes der Leber und Stress im Endoplasmatischen Retikulum während des peripartalen Zeitraumes. Es wird als ein weiterer Punkt im Zusammenhang von Milchleistung, BCS, homöotheretische Regulation, Fettstoffwechsel und entzündlichen Erkrankungen z.B. von Gebärmutter und Euter gesehen (z.B. BERTONI et al. 2008, BRADFORD et al. 2015, GESSNER et al. 2015). Die negative Energiebilanz spielt darin eine Schlüsselrolle (MARTENS 2013). In der

Tabelle 6: Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung, Futtermittelaufnahme, Energieversorgung und Effizienzmerkmale abhängig vom Laktationsstadium

Merkmal	Laktationsstadium (in Laktationstagen, Laktage*)											p-Wert Laktage G × Laktage	
	17	43	71	99	127	155	183	211	239	266	294		321
Datensätze, N = 38.070	2.970	3.757	3.663	3.594	3.570	3.401	3.460	3.302	3.274	3.050	2.479	1.550	
Lebendmasse (LM) und Körperkondition (BCS)													
LM (kg)	682	673	677	682	686	692	700	710	721	729	742	742	< 0,001
BCS (Punkte 1–5)	3,18	3,02	3,00	3,01	3,02	3,05	3,11	3,15	3,21	3,25	3,31	3,33	< 0,001
Milchleistung													
Milch (kg/d)	32,4	34,8	33,7	31,8	29,9	28,5	26,9	25,2	23,4	21,4	19,8	19,0	< 0,001
ECM (kg/d)	33,4	33,5	32,6	31,1	29,8	28,5	27,4	26,0	24,5	22,7	21,2	20,8	< 0,001
Milchfett (%)	4,33	3,92	3,90	3,93	4,01	4,06	4,17	4,26	4,33	4,43	4,52	4,60	< 0,001
Milcheiweiß (%)	3,34	3,09	3,20	3,32	3,42	3,48	3,53	3,60	3,65	3,72	3,80	3,86	< 0,001
Laktose (%)	4,77	4,83	4,82	4,79	4,77	4,74	4,71	4,70	4,68	4,67	4,64	4,64	< 0,001
Futtermittelaufnahme und Energiebilanz													
Grundfutter (kg TM/Tag)	13,68	13,92	14,09	14,16	14,11	14,15	14,20	14,24	14,37	14,59	14,89	14,99	< 0,001
Gesamtfutter (kg TM/Tag)	19,90	21,19	21,49	21,29	20,93	20,59	20,24	19,88	19,56	19,13	18,94	18,86	< 0,001
Krautfutter (% der TM)	30,1	33,1	33,1	32,2	31,3	30,0	28,6	27,1	25,3	22,6	20,2	19,4	< 0,001
Energieaufnahme (MJ NEL/Tag)	131,4	141,2	143,3	141,5	138,8	136,0	133,1	130,0	127,2	123,2	121,0	120,2	< 0,001
Energiebedarf (MJ NEL/Tag)	149,0	149,4	146,4	141,9	137,6	134,0	130,8	127,0	123,2	119,1	116,0	114,3	< 0,001
Energiebilanz (MJ NEL/Tag)	-17,60	-8,14	-3,08	-0,39	1,18	1,99	2,32	3,02	3,97	4,12	5,01	5,90	< 0,001
Effizienzmerkmale													
Lebendmasse-Effizienz (kg ECM/kg LM ^{0,75})	0,249	0,253	0,245	0,233	0,222	0,211	0,201	0,190	0,177	0,163	0,150	0,147	< 0,001
Futter-Effizienz (kg ECM/kg GES)	1,659	1,561	1,496	1,445	1,403	1,369	1,336	1,293	1,236	1,172	1,105	1,086	< 0,001
Energie-Effizienz (MJ LE/MJ NEL)	0,808	0,753	0,721	0,699	0,680	0,666	0,653	0,635	0,611	0,585	0,557	0,548	< 0,001

* LS-Means der Laktationstage innerhalb der 28-tägigen Klassen des Laktationsstadiums
 G: Genotyp; ECM: energiekorrigierte Milch (GE 2001); GES: Gesamtfuttermittelaufnahme; TM: Trockenmasse; NEL: Nettoenergie-Laktation; LE: Energie in der Milch
 BW, BCS, ECM, Futtermittelaufnahme und Energieaufnahme (LEDINEK et al. 2018); Energiebilanz, Effizienzmerkmale und Milchleistung (LEDINEK et al. 2019)

aktuellen Studie basierte die hohe Effizienz besonders im 1. Laktationsdrittel auf dem Abbau der Körperfettreserven.

Schlussfolgerungen

Die Zusammensetzung der Ration spiegelte deutlich die Aufteilung Österreichs in klimatisch begünstigte Regionen (Maissilage) und bergige Regionen (Dauergrünland) wider. Kraftfutter wurde hauptsächlich über Abrufstationen tierindividuell verabreicht. Der geringe Anteil an reinen Grundfutterrationen und Weide weist auf das überdurchschnittliche Produktionsniveau der Projektbetriebe hin.

Die RNB spiegelte nicht nur die Anteile der Grundfutterkomponenten wider. Besonders hohe Stickstoffüberschüsse waren nur durch eine sehr frühe und häufige Nutzung des Dauergrünlandes möglich. Ohne ausgleichende Rationskomponenten bleibt der durch die frühe Nutzung gewonnene Proteingehalt ungenutzt und belastet Tier und Umwelt.

Eine effiziente Milchproduktion basierte auf einem höheren Anteil der aufgenommenen Nährstoffe, die in die Milchproduktion anstelle des Körpergewebes fließen. Gleichzeitig verschärfte sich die Ausmaße der negativen Energiebilanz. Je höher die Spezialisierung eines Genotyps auf Milchleistung, desto effizienter war die Milchproduktion, allerdings auch auf Kosten der Körperreserven. Besonders im ersten Laktationsdrittel basierte die hohe Milchleistung und daher hohe Effizienz auf einer negativen Energiebilanz. Daher ist ein erweiterter Effizienzbegriff bzw. Effizienzindex notwendig, welcher z.B. BCS, Gesundheit oder Fruchtbarkeit berücksichtigt.

Wird eine hohe Effizienz durch eine Milchleistungssteigerung erreicht, ist eine intensivere Fütterung nötig. Dies ist hinsichtlich einer nachhaltigen Ressourcennutzung und der Verwendung von humanernährungs-tauglichen Futtermitteln zu hinterfragen. Leichtere Tiere hingegen benötigen für die gleiche Effizienz weniger Milchleistung und einen geringeren Kraftfutteranteil.

Danksagung

Wir danken allen Mitwirkenden am Projekt „Efficient Cow“, sowie Helga Bahar für die Gestaltung der Grafiken und Dr. Karl Moder (Institut für angewandte Statistik, BOKU) für die Unterstützung in statistischen Fragen.

Literaturverzeichnis

BAUMAN, D.E. und W.B. CURRIE, 1980: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. J. Dairy Sci. 63, 1514-1529.

- BECKER, J.C., B.J. HEINS und L.B. HANSEN, 2012: Costs for health care of Holstein cows selected for large versus small body size. *J. Dairy Sci.* 95, 5384-5392.
- BERRY, D.P. und J.E. PRYCE, 2014: Feed efficiency in growing and mature animals. *Proceedings of the 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, Canada.
- BERTONI, G., E. TREVISI, X. HAN und M. BIONAZ, 2008: Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 3300-3310.
- BMLFUW (Österreichisches Bundesministerium für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2016: Grüner Bericht: Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. BMLFUW, Wien.
- BMNT (Österreichisches Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus), 2018: Landwirtschaft und Luftschadstoffe. Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe im Sektor Landwirtschaft. <https://www.bmnt.gv.at/land/produktion-maerkte/klimawandel-risikomanagement-luftreinhaltung/Landwirtschaft-und-Luftschadstoffe.html> [abgerufen am 31. Jan. 2019]
- BRADFORD, B.J., K. YUAN, J.K. FARNEY, L.K. MAMEDOVA und A.J. CARPENTER, 2015: Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *J. Dairy Sci.* 98, 6631-6650.
- BRODERICK, G.A. und M.K. CLAYTON, 1997: A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 80, 2964-2971.
- BROWN, C.A., P.T. CHANDLER und B. HOLTER, 1977: Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 60, 1739-1754.
- COFFEY, M.P., G. SIMM, J.D. OLDHAM, W.G. HILL und S. BROTHSTONE, 2004: Genotype and diet effects on energy balance in the first three lactations of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3218-4326.
- DE HAAS, Y., J.E. PRYCE, D.P. BERRY und R.F. VEERKAMP, 2014: Genetic and genomic solutions to improve feed efficiency and reduce environmental impact of dairy cattle. *Proceedings of the 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, Canada, 1-5.
- DILLON, P., F. BUCKLEY, P. O'CONNOR, D. HEGARTY und M. RATH, 2003: A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livest. Prod. Sci.* 83, 21-33.
- DILLON, P., S. CROSSE, G. STAKELUM und F. FLYNN, 1995: The effect of calving date and stocking rate on the performance of springcalving dairy cows. *Grass Forage Sci.* 50, 286-299.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- ERTL, P., H. KLOCKER, S. HÖRTENHUBER, W. KNAUS und W. ZOLLITSCH, 2015: The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agric. Systems* 137, 119-125.
- ESSL, A., 1982: Investigations on a breeding strategy for high lifetime production in dairy cows. Second communication: results of an analysis of field data. *Züchtungskde.* 54, 361-377.
- FERGUSON, J.D. und W. CHALUPA, 1989: Symposium: Interactions of nutrition and reproduction. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 746-766.
- FRIGGENS, N.C., P. BERG, P. THEILGAARD, I.R. KORSGAARD, K.L. INGVARSEN, P. LØVENDAHL und J. JENSEN, 2007: Breed and parity effects on energy balance of genetically driven body energy change. *J. Dairy Sci.* 90, 5291-5305.
- FÜRST, C. und C. EGGER-DANNER, 2002: Joint genetic evaluation for functional longevity in Austria and Germany. *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 19-23 August 2002, Montpellier, France.
- GESSNER, D.K., C. KOCH, F.-J. ROMBERG, A. WINKLER, G. DUSEL, E. HERZOG, E. MOST und K. EDER, 2015: The effect of grape seed and grape marc meal extract on milk performance and the expression of genes of endoplasmic reticulum stress and inflammation in the liver of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 98, 8856-8868.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 135 S.
- GRUBER, L., 2013: Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. Tagungsband ZAR-Seminar, 21. März 2013, Salzburg, 21-40.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. 22. Tierzuchttagung, 9.-10. Mai 1995, Bericht BAL Gumpenstein, Irnding, 1-49.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Kongressband, Rostock, 484-504.
- HANSEN, L.B., 2000: Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci.* 83, 1145-1151.
- HANSEN, L.B., J.B. COLE, G.D. MARX und A.J. SEYKORA, 1999: Productive life and reasons for disposal of Holstein cows selected for large versus small body size. *J. Dairy Sci.* 82, 795-801.
- HARRIS, B.L. und E.S. KOLVER, 2001: Review of Holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *J. Dairy Sci.* 84, E Suppl., 56-61.
- HART, I.C., J.A. BINES, S.V. MORANT und J.L. RIDLEY, 1978: Endocrine control of energy metabolism in the cow: Comparison of the levels of hormones (prolactin, growth hormone, insulin and thyroxine) and metabolites in the plasma of high- and low-yielding cattle at various stages of lactation. *J. Endocrinology* 77, 333-345.
- HART, I.C., J.A. BINES und S.V. MORANT, 1979: Endocrine control of energy metabolism in the cow: Correlations of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 62, 270-277.
- INGVARTSEN, K.L. und J.B. ANDERSEN, 2000: Symposium: Dry matter intake of lactating dairy cattle. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.* 83, 1573-1597.
- JILG, T., T. ENGELHARD, C. KOCH und M. PRIES, 2018: Untersuchungen zur Milchlarnstoffbestimmung mit IR-Spektroskopie im Vergleich zu Referenzverfahren. 130. VDLUFA-Kongress, 18.-21. Sept. 2018, Münster.

- KENNEDY, J., P. DILLON, L. DELABY, P. FAVERDIN, G. STAKELUM und M. RATH, 2003: Effect of genetic merit and concentrate supplementation on grass intake and milk production with Holstein Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 610-621.
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL, 2011: Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13. überarb. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 643 S.
- KNAUS, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agr.* 89, 1107-1114.
- KNAUS, W., 2016: Perspectives on pasture versus indoor feeding of dairy cows. *J. Sci. Food Agr.* 96, 9-17.
- KRISTENSEN, T., C. JENSEN, S. ØSTERGAARD, M.R. WEISBJERG, O. AAES und N.I. NIELSEN, 2015: Feeding, production, and efficiency of Holstein-Friesian, Jersey and mixed-breed lactating dairy cows in commercial Danish herds. *J. Dairy Sci.* 98, 263-274.
- KROGMEIER, D., 2009: Zusammenhänge zwischen Nutzungsdauer und Körpergröße unter besonderer Berücksichtigung des Stallsystemes bei Braunvieh und Fleckvieh. *Züchtungskde.* 81, 328-340.
- LEDINEK, M., L. GRUBER, F. STEININGER, B. FÜRST-WALTL, K. ZOTTL, M. ROYER, K. KRIMBERGER, M. MAYERHOFER und C. EGGER-DANNER, 2016: Efficient Cow – Estimation of feed intake for efficiency traits using on-farm recorded data. 24th International Symposium Animal Science Days, Ptuj, Acta Agric Slovenica, Suppl. 5, 71-75.
- LEDINEK, M., L. GRUBER, F. STEININGER, K. ZOTTL, M. ROYER, K. KRIMBERGER, M. MAYERHOFER, C. EGGER-DANNER und B. FÜRST-WALTL, 2018: Analysis of lactating cows in commercial Austrian dairy farms: Diet composition, and influence of genotype, parity and stage of lactation on nutrient intake, body weight and body condition score. *It. J. Anim. Sci.*
- LEDINEK, M., L. GRUBER, F. STEININGER, B. FÜRST-WALTL, K. ZOTTL, M. ROYER, K. KRIMBERGER, M. MAYERHOFER und C. EGGER-DANNE, 2019: Analysis of lactating cows in commercial Austrian dairy farms: Interrelationships between different efficiency and production traits, body condition score and energy balance. *It. J. Anim. Sci.*
- LUCY, M.C., 2001: Reproductive loss on high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84, 1277-1293.
- LUCY, M.C., G.A. VERKERK, B.E. WHYTE, K.A. MACDONALD, L. BURTON, R.T. CURSONS, J.R. ROCHE und C.W. HOLMES, 2009: Somatotrophic axis and nutrient partitioning in genetically diverse dairy cows managed under different feed allowances in a pasture system. *J. Dairy Sci.* 92, 526-539.
- MAHONEY, C.B., L.B. HANSEN, C.W. YOUNG, G.D. MARY und J.K. RENEAU, 1986: Health care of Holsteins selected for large or small body size. *J. Dairy Sci.* 69, 3131-3139.
- MARTENS, H., 2013: Erkrankungen von Milchkühen in der frühen Laktationsphase – Risikofaktor negative Energiebilanz und Hyperketonämie. *Tierärztl. Umschau* 68, 463-476.
- ORNETSMÜLLER, K., 2018: Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen anhand der Milchinhaltsstoffe. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- PICCAND, V., E. CUTULLIC, S. MEIER, F. SCHORI, R.L. KUNZ, J.R. ROCHE und P. THOMET, 2013: Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. *J. Dairy Sci.* 96, 5352-5363.
- PRYCE, J.E., M.P. COFFEY und G. SIMM, 2001: The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84, 1508-1515.
- RINGSEIS, R., D.K. GESSNER und K. EDER, 2015: Molecular insights into the mechanisms of liver-associated diseases in early-lactation dairy cows; hypothetical role of endoplasmic reticulum stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99, 626-645.
- SAS Institute Inc., 2015: SAS/STAT 9.4 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC (USA).
- STEINWIDDER, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Band 2 – Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel. 10. Wissenschaftstagung Ökolog. Landbau, 11.-13. Februar 2009, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 30-33.
- TIEFENTHALLER, F., 2014: Handelsfuttermittel für Rinder 2014. Fertigfutter, Ergänzungsfutter, Mineralfutter. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, 2004, 2006, 2007, 2012: Methodenbuch BAND III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VALLIMONT, J.E., C.D. DECHOW, J.M. DAUBERT, M.W. DEKLEVA, J.W. BLUM, C.M. BARLIEB, W. LIU, G.A. VARGA, A.J. HEINRICHS und C.R. BAUMRUCKER, 2011: Short communication: Heritability of gross feed efficiency and associations with yield, intake, residual intake, body weight, and body condition score in 11 commercial Pennsylvania tie stalls. *J. Dairy Sci.* 94, 2108-2113.
- VAN SOEST, P.J., J.P. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VEERKAMP, R.F., 1998: Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81, 1109-1119.
- VEERKAMP, R.F. und G.C. EMMANS 1995: Sources of genetic variation in energetic efficiency of dairy cows. *Livest. Prod Sci.* 44, 87-97.
- YAN, T., C.S. MAYNE, T.W.J. KEADY und R.E. AGNEW, 2006: Effects of dairy cow genotype with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *J. Dairy Sci.* 89, 1031-1041.
- ZAR (Rinderzucht Austria), 2016: Jahresbericht 2015. ZAR, Wien, 153 S.

Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer intensiven Mast von Stieren, Ochsen und Kalbinnen in Österreich

Economic comparison of intensive fattening of bulls, steers and heifers in Austria

Christian Fritz^{1*}

Zusammenfassung

Im Beitrag wird die Wirtschaftlichkeit einer intensiven Mast von Kalbinnen, Ochsen und Stieren im Kontext der aktuellen österreichischen Produktions- und Handelsbedingungen betrachtet. Datengrundlage bildet ein Praxismastversuch an der landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn, in dem auch Kalbinnen und Ochsen mit hohen Anteilen an Maissilage und Kraftfutter gemästet wurden und gute Schlachtleistungen erzielten. Die betriebswirtschaftliche Auswertung erfolgt als Leistungs-Kosten-Rechnung auf Ebene eines einfachen und eines erweiterten Deckungsbeitrags mit Ansätzen für Stallplatz, Arbeit und Kapital. Darüber hinaus erfolgt eine Kalkulation der Netto-Nahrungsmittelproduktion der Verfahren. Die Preis- und Kostenansätze für die maßgeblichen variablen Positionen – Verkaufserlöse, Kälberzukauf und Fütterung – werden auf Basis statistischer Preis- und Notierungsdaten definiert und hinsichtlich möglicher Schwankungen analysiert. Der Produktions- und Handelskontext wird über Daten und Referenzwerte von Statistik Austria, Österreichische Rinderbörse, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Landwirtschaftskammer Österreich, Arbeitskreise Rindermast und Agri Benchmark Beef and Sheep Network abgebildet.

Die Berechnungsergebnisse zeigen positive Deckungsbeiträge für alle drei Mastverfahren, die im Bereich von € 50 bis € 450 je Tierplatz und Jahr liegen können. Die Ochsen erreichen in allen Szenarien ähnlich hohe Werte wie die Stiere, was zum Teil an deren guten Mastleistungen im Versuch liegt. Die Deckungsbeiträge der Kalbinnenmast liegen in den Standardszenarien um etwa € 100 unter der Ochsenmast. Die Analyse der Einflussfaktoren zeigt, dass bei gegebenen Mast- und Managementbedingungen die Futterkosten, aus Eigenproduktion oder Zukauf, und die Verkaufspreise einen wesentlichen Einfluss auf den Deckungsbeitrag haben können. Ein positiver erweiterter Deckungsbeitrag ist bei der Ochsen- und Stiermast bei geringen Futterkosten möglich; die Kalbinnenmast bleibt nur mit Qualitätszuschlägen positiv. Die Berechnung der Netto-Nahrungsmittelproduktion zeigt bei allen drei Verfahren einen höheren Verbrauch an potenziell humanverdaulichen Protein- und Energiemengen als erzeugt wird. Für die Stiermast ergeben sich, verbunden mit einem höheren Einsatz von Proteinfuttermitteln im Versuch, schlechtere Werte. Insgesamt liegt

Summary

The present article examines the economic efficiency of an intensive fattening of heifers, oxen and bulls in the current Austrian production and trade context. The materials are based on a fattening trial at the agricultural college Obersiebenbrunn. Not only the bulls, but also the heifers and oxen were fattened with high proportions of maize silage and concentrates and achieved good slaughter performances. The commercial evaluation is carried out as a cost-performance calculation on the level of a simple and an extended contribution margin. In addition, a calculation of the net food production of the animal categories is carried out. The price and cost approaches for the relevant variable items – sales revenues, calf purchase costs and feeding costs – are defined on the basis of statistical price and quotation data, and analysed for possible variations. The production and trade context is represented by data and reference values from Statistics Austria, Austrian Rinderbörse, Federal Agency for Agricultural Economics, Austrian agricultural chambers, working groups beef fattening and Agri Benchmark Beef and Sheep Network.

The calculation results show positive contribution margins for all three fattening methods ranging from € 50 to € 450 per animal place and year. In all scenarios the oxen reach similar values as the bulls, which is partly due to their good fattening performance in the fattening trial. In the standard scenarios the contribution margins of the heifer fattening are about € 100 below the ox fattening. An analysis of the key factors shows the substantial influence of feed costs and selling prices on the contribution margin, under given fattening and management conditions. A positive extended contribution margin is possible with the ox and bull fattening with low feed costs; the heifer fattening remains positive only when achieving a price premium. The calculation of net food production shows in all three methods a higher consumption of potentially human digestible protein and energy than is being produced. Bull fattening indicates worse values, as higher percentages of protein feed were used. Overall, Austrian bull fattening is export-oriented and at an internationally high level regarding daily weight gains. For their future, Austrian farmers tend

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Mag. Christian Fritz, email: christian.fritz@raumberg-gumpenstein.at

die exportorientierte österreichische Stiermast bei den Tageszunahmen auf einem international hohen Niveau, und Betriebe tendieren für ihre Zukunft sowohl zu einer quantitäts- wie zu einer qualitätsorientierten Strategie.

Schlagwörter: Rindermast, Deckungsbeitrag, Futterkosten, Schlachtpreise, Netto-Nahrungsmittelproduktion

to implement an intensification strategy as well as a quality production strategy in equal parts.

Keywords: beef fattening, contribution margins, feed costs, beef price, net food production

1. Einleitung

In der Rindermast in Österreich nehmen Stiere den größten Anteil ein. Diese werden für gewöhnlich intensiv gemästet, Ochsen und Kalbinnen hingegen zumeist deutlich extensiver. Ein Grund dafür ist, dass bei Stieren mit einem hohen Einsatz an Maissilage und Kraftfutter hohe Tageszunahmen, ein hohes Mastendgewicht ohne Verfettung der Tiere und eine hohe Fleischigkeit erreicht werden können. Zudem hat sich in Österreich über Jahrzehnte hinweg eine gewisse Tradition der Stiermast herausgebildet. Demgegenüber kann die Ochsen- und Kalbinnenhaltung in Grünlandgebieten Vorteile haben.

In der vorliegenden wirtschaftlichen Auswertung sollen die Ergebnisse aus einem Praxismastversuch analysiert werden, in dem Stiere, Ochsen und Kalbinnen mit ähnlich hohen Fütterungsintensitäten gemästet wurden. Konkret wurden im Versuch an der Fachschule Obersiebenbrunn Fleckvieh-Ochsen und Kalbinnen mit hohen Anteilen an Maissilage und Kraftfutter gefüttert, um so die Mastfolge mit jenen der Stiere annähernd vergleichen zu können. Die Versuchsergebnisse zeigten eine hohe Fleischqualität bei Ochsen und Kalbinnen und hohe Tageszunahmen bei Ochsen und Stieren (VELIK et al. 2018), bei einem hohen kalkulierten Futterbedarf der Stiere. Der vorliegende Beitrag diskutiert die Wirtschaftlichkeit der drei Mastkategorien, und zwar

vor dem Hintergrund der Ausrichtung der Rindfleischproduktion in Österreich, der Ergebnisse des Mastversuchs, der Kälberpreise, Tageszunahmen, Futterkosten und Schlachtleistungen und -preise.

1.1 Rindfleischerzeugung in Österreich

In Österreich werden pro Jahr 580.000 Rinder bzw. 220.000 t Schlachtgewicht an Rindfleisch erzeugt (Bruttoeigenerzeugung, Fünfjahresmittel 2013 bis 2017) (AWI 2018a, STATISTIK AUSTRIA 2018a, STATISTIK AUSTRIA 2018b). Mit 126.000 t geht mehr als die Hälfte des Fleisches in den Export. Der Inlandsverbrauch liegt bei 152.000 t, d.h. 58.000 t Rindfleisch werden wiederum importiert. Der Inlandskonsum blieb über die letzte Dekade konstant. Die Rindfleischexporte hingegen stiegen seit 2007 von etwa 90.000 t auf zuletzt ca. 130.000 t p.a. an (DEBLITZ 2017, STATISTIK AUSTRIA 2018b). Die Importe stiegen zwar ebenfalls an, betragen aber nur etwa 40 % der Exporte. Exportzuwächse hatten vor allem die Schlachtnebenerzeugnisse (DEBLITZ 2017).

Während international gesehen die Ochsenmast eine bedeutende Rolle spielt, dominiert in Österreich seit den 1960er Jahren klar die Stiermast mit ca. 230.000 produzierten Tieren bzw. 300.000 Schlachtungen pro Jahr (inkl. der importierten Stückzahlen) (Vierjahresmittel 2014 bis

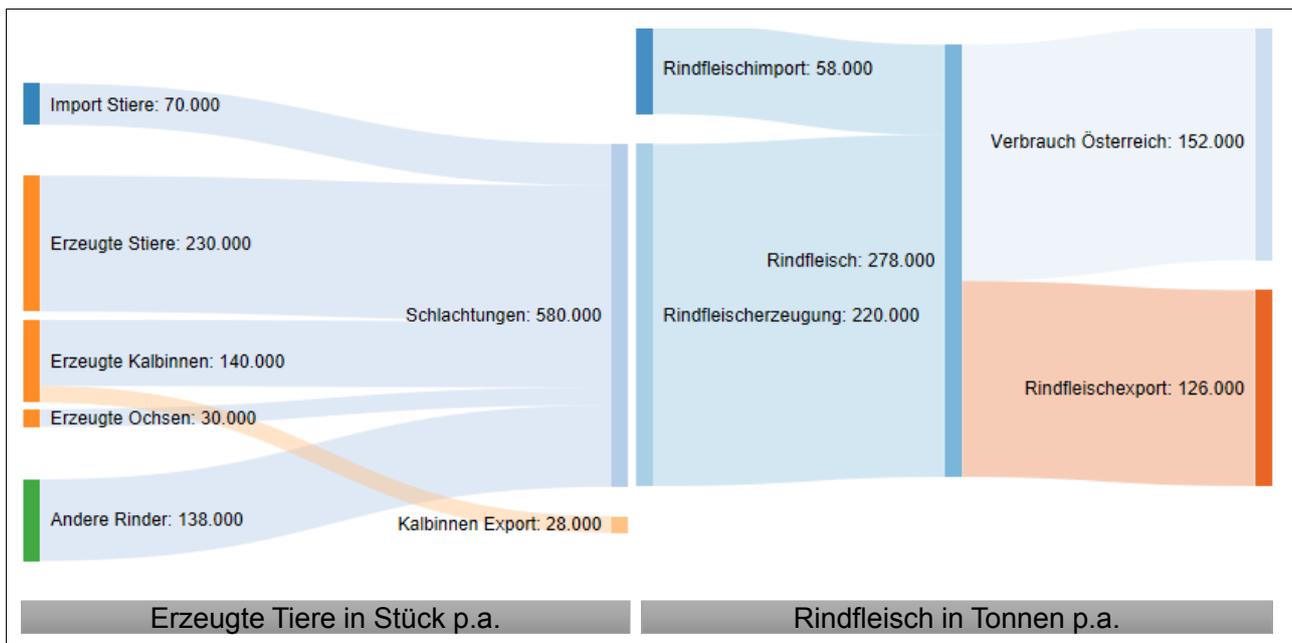


Abbildung 1: In Österreich erzeugte Tiere, Schlachtmengen und Fleischverwendung, Vierjahresmittel¹

¹ Schlachtungen, Bruttoeigenerzeugung, Versorgungsbilanz und Tierzahlen anhand AWI 2018a,b,c,d und STATISTIK AUSTRIA 2018a,b,c (Details im Text); Grafik erstellt unter Verwendung von <http://sankeymatic.com>

2017: AWI 2018b, Fünfjahresmittel 2014 bis 2017: STATISTIK AUSTRIA 2018a). Während der Ochsenbestand bis etwa 1960 eine deutliche Rolle spielte, ging er in den nachfolgenden Jahrzehnten beinahe um den Faktor 10 zurück. Seit 2005 liegt die Ochsenmast im Bereich von ca. 30.000 erzeugten Tieren und Schlachtungen pro Jahr (AWI 2018a, STATISTIK AUSTRIA 2018a). Die Kalbinnenmast hat seit 1980 laufend zugenommen und liegt in den letzten Jahren bei ca. 140.000 produzierten Tieren bzw. bei ca. 112.000 Schlachtungen (Exportüberhang) (Vierjahresmittel 2014 bis 2017) (AWI 2018a, STATISTIK AUSTRIA 2018a).

1.2 Rindermast als Betriebszweig

Die Tiere in der Rindermast in Österreich entfallen etwa zur Hälfte auf spezialisierte Rindermastbetriebe mit mehr als 15 GVE in Gunstlagen, die vor allem auf Basis des Silomaisanbaus produzieren (GUGGENBERGER 2012). Die andere Hälfte der Tiere verteilt sich auf Kleinbetriebe sowohl in Gunstlagen als auch in Berggebieten (GUGGENBERGER 2012). In diesen Betrieben nimmt auch das Raufutter eine höhere Bedeutung ein. Speziell im Grünland stellt die Mast eine der weniger arbeitsintensiven Alternativen zur Milchviehhaltung dar (GREIMEL 2002). Das Mastendgewicht in der intensiven Stiermast ist seit der Jahrtausendwende um ca. 100 kg angestiegen und liegt heute im Mittel bei ca. 730 kg Lebendgewicht bzw. 400 kg Schlachtgewicht (GUGGENBERGER 2012, BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b). Für die spezialisierten Rindermastbetriebe weisen die jüngsten Buchführungsauswertungen Einkünfte von ca. € 15.500 je Betrieb aus (BMNT 2018a). Im Durchschnitt werden je spezialisiertem Betrieb 60 Rinder gehalten, wofür eine nicht entlohnte Arbeitskraft eingesetzt wird. Die Erlöse aus dem Rinderverkauf lagen im Mittel bei ca. € 66.500 (BMNT 2018a).

Die Gegenüberstellung mit den Auswertungen der österreichischen Arbeitskreise in der Rindermast erlaubt die Einordnung des Versuchs in die landwirtschaftliche Praxis.² In den Berichten für die Jahre 2015 bis 2017 sind Daten über die Kalbinnenmast, die Ochsenmast und die Stiermast ab Fresser enthalten. Die mittleren Verkaufserlöse der

österreichischen Betriebe, die an den Arbeitskreisen zur Stiermast teilnehmen, liegen bei 728 kg Lebendgewicht und € 1.701 (BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b; Mittelwerte 2015 bis 2017). Hier liegen die Kälberkosten mit € 625 deutlich höher, die Futterkosten mit € 636 niedriger (Relation von Kälber- zu Futterkosten von 1 zu 1). Die direktkostenfreie Leistung (DfL) der Arbeitskreisbetriebe lag bei € 263 (€ 260 bei Mast ab Fresser) und schwankte über die Jahre weniger stark als zwischen den Betrieben (oberes/unteres Quartil +/- € 100 und mehr) (BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b).³ *Tabelle 1* zeigt die Leistungen, Kosten und DfL inkl. MwSt. und exkl. Ausgleichszahlungen sowie die Schwankungen der Mittelwerte über die drei Jahre.

1.3 Wirtschaftliche Stellgrößen der Mast

Die Wirtschaftlichkeit der Mast bestimmt sich auf der Leistungsseite durch die Schlachterlöse und auf der Kostenseite durch die Kälberkosten, die Futterkosten und die Vorleistungs- und Faktorkosten (u.a. Stallplatz, Mechanisierung, Flächen und Arbeitserledigung). Zentrale Einflussgrößen sind der Zukauf, Futtererzeugung und Fütterung sowie Haltung und Management. Letztere nehmen direkten Einfluss auf die Tiere, deren Gesundheit und damit auf das Wachstum. Gesundheitliche Probleme aufgrund von Haltungsfehlern oder ungünstigen Stallbedingungen können direkt zu ökonomischen Einbußen führen.

Eine einfache Teilkostenrechnung zeigt die großen Stellhebel bei den variablen Kosten, die Kosten für die Kälber und für das Futter. Die Kälberkosten hängen u.a. vom Zukaufgewicht und von den Aufzuchtbedingungen ab. Im Vergleich der Tierkategorien ist zu berücksichtigen, dass Kalbinnen und Ochsen größtenteils extensiver und mit höheren Raufutteranteilen gemästet werden. Neben den variablen Kosten liegen wichtige Einflussfaktoren in den Baukosten für den Stall und dessen Nutzungsdauer und im Arbeitseinsatz in der Mast. Häufig werden rein die Teilkosten betrachtet, was impliziert, dass die Bedingungen für Stall, Grundfutter und Arbeitszeit als weitgehend vorgegeben angenommen werden. Selbst wenn man sich

dieser Verkürzung bewusst ist, darf in der Praxis nicht übersehen werden, dass die Haltungsbedingungen und das Management einer der wichtigsten Faktoren für die Erlös-Kosten-Relation sind. Leistungsseitig liegen die Ziele im Erreichen eines hohen Markt- und ggf. Förderungserlöses. Den Markterlös steigernd wirken ein hoher Preis (Alter, EUROP, Fettklasse, bei Direktvermarktung teilweise auch der intramuskuläre Fettgehalt), eine hohe Fleischleistung (Schlachtgewicht, Ausschachtung)

Tabelle 1: Ökonomische Auswertung der Arbeitskreise Rindermast 2015 bis 2017, inkl. MwSt (BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b)

Beträge in € gerundet	Kalbin	Ochse	Stier ab Fresser
Anzahl an Betrieben Ø	8	10	13
Spannweite	4 bis 11	8 bis 14	13 bis 13
Verkaufserlöse pro Mastplatz Ø	1.250	1.300	1.500
Spannweite	1.200 bis 1.300	1.250 bis 1.450	1.500 bis 1.500
Direktkosten pro Mastplatz Ø	1.250	950	1.300
Spannweite	1.200 bis 1.300	850 bis 1.100	1.250 bis 1.300
DfL pro Mastplatz Ø	0	450	250
Spannweite	- 50 bis 50	350 bis 550	250 bis 300

² Anzumerken ist, dass in den Arbeitskreisen zumeist die stärker betriebswirtschaftlich orientierten Betriebe vertreten sind. Zudem sind besonders in der Kalbinnenmast nur wenige Betriebe enthalten. Auch die Grundfutteranteile und -kosten wurden in den Auswertungsjahren nicht exakt bestimmt. Zu bedenken ist ferner, dass die Auswertung hauptsächlich Betriebe mit extensiver Ochsenmast umfasst (Fokus Qualitätsprogramm ALMO).

³ In den Berichten der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (AWI) wird der Deckungsbeitrag der intensiven Stiermast mit Silomais mit € 317 ausgewiesen (Mittelwert 2015 bis 2017). Dieser wurde errechnet aus mittleren Erlösen bei 670 kg Lebendgewicht von € 1.506, Kälberkosten von € 385 und Futterkosten von € 749 je Tier. Die Relation von Kälber- zu Futterkosten liegt damit bei 1 zu 2 (AWI IDB 2018).

und geringe Ausfälle (Tierverluste)⁴. Der Preis pro kg für Kalbinnen liegt allgemein nicht so hoch wie jener für Ochsen und Stiere (STATISTIK AUSTRIA 2018c, Ausnahme beispielsweise Cult Beef AMA-Gütesiegel Qualitätsmastkalbin), obwohl deren Fleisch häufig eine höhere innere Fleischqualität (Zartheit, Saftigkeit etc.) hat, als jenes von Stieren (VELIK et al. 2018). Bei Kalbinnen wird ein geringeres Mastendgewicht angestrebt (Verfettung), und damit werden auch geringere Erlöse pro Einzeltier erzielt (BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b). Zu beachten sind ferner mögliche Preiszuschläge (etwa ein geringes Alter, oder in einzelnen Qualitätsprogrammen auch die Haltungsbedingungen).

Betrachtet man die Tageszunahmen der Stiermast in Österreich im internationalen Vergleich, so liegen diese auf einem sehr hohen Niveau. In einem Vergleich von national typischen Betrieben liegt die österreichische Mast an der Spitze, gemeinsam mit Frankreich, Italien, Spanien und USA (DEBLITZ 2017). Im Vergleich nach Fütterungssystem liegen alle österreichischen Betriebe im vordersten Feld mit hohen Tageszunahmen von ca. 1.400 g (DEBLITZ 2012) und hohen Nettozunahmen von ca. 800 pro Tag (DEBLITZ 2017).⁵ Auch die dieser Arbeit zugrunde liegenden Versuchsergebnisse liegen für die Ochsen und Stiere jeweils über 700 bis 800 g Nettozunahme bzw. bei 1.400 g Tageszunahmen (VELIK et al. 2018). Dennoch sehen 60 % der in einer Studie befragten österreichischen Rindermäster einen möglichen Weg für ihren Betrieb darin, die Tageszunahmen zu erhöhen (KIRNER 2018). Zugleich können sich aber auch zwei Drittel der Betriebe eine Differenzierung durch eine Teilnahme an Qualitätsfleisch- oder Tierwohlprogrammen vorstellen (KIRNER 2018). Die österreichischen Verkaufserlöse liegen im internationalen Vergleich der Silagefütterung eher im niedrigen, die Kosten hingegen eher im hohen Bereich (DEBLITZ 2017). Damit korrespondiert auch ein Fazit der Befragungsstudie: „Österreichs Landwirtinnen und Landwirte werden auch in Zukunft nach Alternativen fernab der Strategie der Kostenführerschaft suchen“ (KIRNER 2018).

1.4 Fragestellungen

Die Frage der Wirtschaftlichkeit und Kostendeckung in den einzelnen Verfahren der Rindermast wurde bereits vielfach bearbeitet. Mastseitig werden durchwegs geringere Tageszunahmen von Kalbinnen gegenüber Ochsen und Stieren festgestellt, wobei Ochsen wiederum etwas schlechter zunehmen als Stiere (STEINWIDDER et al. 2007, STEINWIDDER, et al. 2002, FRICKH et al. 2002, STEEN 1995). Allerdings erzielten im dieser Auswertung zugrundeliegenden Versuch auch die Ochsen gute Zunahmen (VELIK et al. 2018). In einem Versuch zur Fleckvieh-Stiermast legten STEINWIDDER et al. (2006) dar, dass eine ausreichende Proteinversorgung eine Voraussetzung für gute Deckungsbeiträge ist. GREIMEL (2002) kam zu dem Schluss, dass die Stallmast von Kalbinnen und Ochsen jener von Stieren ökonomisch unterlegen ist.

Für die Mast von Kalbinnen und Ochsen im Stall resultierten negative Deckungsbeiträge. „In der Kalbinnenmast können auch bei optimaler Fütterungsintensität und Wahl des bestmöglichen Schlachtermins nicht einmal die variablen Kosten gedeckt werden“ (GREIMEL 2002). Auch anhand eines Kalbinnenmastversuchs wurden von STEINWIDDER et al. (1996) für zwei unterschiedliche Kraftfutterniveaus negative Deckungsbeiträge errechnet. Demgegenüber galten Ochsen- und Kalbinnen als unter Umständen im extensiven Bereich rentabel (Almnutzung, Weidehaltung mit Prämien) (GREIMEL 2002).

Auch heute herrscht häufig noch die Meinung vor, dass eine intensive Ochsen- und Kalbinnenmast nicht rentabel ist. Allerdings kann sich das Kosten- und Preisgefüge in den vergangenen Jahren verändert haben, beispielsweise aufgrund der Einführung von zahlreichen Qualitätsprogrammen mit unterschiedlichen Preiszuschlägen.

Vor dem Hintergrund der bestehenden Berechnungen und Auswertungen zur Mast von Kalbinnen, Ochsen und Stieren stellt sich die Frage, wie es aktuell um die Wirtschaftlichkeit bestellt ist, worin wesentliche Kosteneinflussgrößen liegen und welche wirtschaftlichen Informationen aus dem Mastversuch Obersiebenbrunn abgeleitet werden können.

- Wie wirtschaftlich ist die Mast von Kalbinnen, Ochsen und Stieren im Vergleich?
- Welche wirtschaftlichen Ergebnisse zeigt der Mastversuch Obersiebenbrunn?
- Welche Kostenwirkung haben die Rationen und Mastdauern?
- Wie wirken sich die Ansätze für Futtermittel, Kälberzukauf und Schlachtpreise aus?
- Welche Unterschiede resultieren bei Betrachtung von Teil- und Vollkosten?
- Wie effizient sind die Mastverfahren in Hinblick auf die Nahrungsmittelproduktion?
- Welche aktuellen und zukünftigen Anforderungen wirken auf die Wirtschaftlichkeit ein?

2. Datenmaterial und Methodik

Die Fragestellungen werden anhand eines Vergleichs der Deckungsbeiträge bzw. der direktkostenfreien Leistungen von einer intensiven Kalbinnen-, Ochsen- und Stiermast betrachtet. Die relevanten Unterschiede hin zur Vollkostenebene werden diskutiert. Zentrale Datengrundlagen stammen aus dem Mastversuch Obersiebenbrunn mit vergleichsweise hohen Anteilen an Maissilage für Ochsen und Kalbinnen (VELIK et al. 2018). Ein Vergleich erfolgt anhand von Auswertungen der österreichischen Arbeitskreise in der Rindermast der Jahre 2015 bis 2017. Darüber hinaus wird die Netto-Nahrungsmittelproduktion als weitere Effizienzkennzahl berechnet.

⁴ Die Preisunterschiede zwischen einer Einstufung der Fleischigkeit in U oder R liegen im Bereich von 7 Cent, zwischen Fettklasse 2 und 3 besteht kein Unterschied (RINDERBÖRSE 2018).

⁵ Die Nettozunahme berechnet sich als Schlachtkörpergewicht / Schlachtag und die Tageszunahme als Gewichtszunahme / Mastperiode (DEBLITZ 2017).

2.1 Beschreibung Versuch Obersiebenbrunn

Der Rindermastversuch wurde an der landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn (Niederösterreich) durchgeführt. Insgesamt wurden 47 Fresser mit einem Durchschnittsgewicht von 164 ± 22 kg und einem Durchschnittsalter von 122 ± 19 Tagen zugekauft und in den Jahren 2013 bis 2017 in drei Durchgängen (männliche Tiere) bzw. in zwei Durchgängen (weibliche Tiere) gemästet (je 5 bzw. 6 Tiere pro Durchgang). Die Hälfte der männlichen Tiere wurde jeweils eine Woche nach dem Zukauf kastriert. Insgesamt standen 18 Stiere, 18 Ochsen und 11 Kalbinnen im Versuch. Die Ochsen und Stiere wurden getrennt voneinander in einem Laufstall (Spaltenboden) mit plangefestigtem, mit Stroh eingestreutem Auslauf ins Freie gehalten. Die Kalbinnen wurden in einem Tieflaufstall gehalten und hatten ständig Zugang zu einer kleinen sehr extensiven Standweide, die hauptsächlich als Auslauf diente. Die Tiere wurden ungefähr einmal im Monat gewogen. Bei den Kalbinnen wurde ein Mastendgewicht von 560 kg, bei den Ochsen von 660 kg und bei den Stieren von 730 kg angestrebt. Die Mastendgewichte wurden so gewählt, um den in der Praxis anzutreffenden Mastendgewichten

annähernd Rechnung zu tragen. Das Mastendgewicht wurde jeweils mittels Regression errechnet. Um das sehr unterschiedliche Anfangsgewicht der Kalbinnen in der Auswertung gegenüberstellen zu können, wurden die Tageszunahmen und die weiteren Parameter aus dem Versuch auch auf ein kalkulatorisches Anfangsgewicht von 157 kg zurückgerechnet. Der kalkulatorische Stallplatzbedarf wurde anhand der Tierhaltungsverordnung berechnet, wobei die Gewichtsverläufe als linear unterstellt wurden, und angenommen wurde, dass alle Tiere auf Spaltenböden gehalten werden (TIERHALTUNGSVERORDNUNG 2004).

Die der betriebswirtschaftlichen Berechnung zugrundeliegenden Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS (Statistical Analysis System, Version 9.4, 2013) mittels der Prozeduren GLM und MIXED ermittelt (Tabelle 2). Details zur statistischen Auswertung können in VELIK et al. (2018) nachgelesen werden.

Die Kalbinnen und Ochsen erhielten eine Grundfütterration bestehend aus rund 70 bis 90 % Maissilage und 10 bis 30 % Heu sowie ca. 2 kg Kraftfutter (KF) (Frischmasse) pro Tier und Tag. Der exakte Anteil der Grundfütterkomponenten wurde nicht erhoben, vergleicht man aber die

Tageszunahmen und Fetteinlagerung mit anderen Mastversuchen, so ist bei den Kalbinnen eher von 70 % Maissilage, bei den Ochsen eher von 90 % Maissilage auszugehen. Die Ration der Stiere bestand ausschließlich aus Maissilage und KF, wobei jedem Tier pro Tag rund 3 kg KF gefüttert wurden. Die Stiere erhielten während der Mast zwei verschiedene Kraftfuttermischungen (Mischung 1 bis 350 kg Lebendgewicht (LG), Mischung 2 ab 350 kg LG). Zur Berechnung der Anteile über die Gesamtmastdauer wurde ein Erreichen dieser Gewichtsgrenze mit 135 Tagen unterstellt. Tabelle 3 stellt die Kraftfütterzusammensetzung dar.

2.1.1 Schätzung der Futteraufnahme

Da es sich bei dem Rindermastversuch um einen Praxisversuch handelte, wurde die Futteraufnahme nicht erhoben. Für betriebswirtschaftliche Fragestellungen sind die Futterkosten und damit die Höhe der Futteraufnahme jedoch von zentraler Bedeutung.

Futteraufnahme-Schätzformeln für Maststiere liegen von HEINDL et al. (1996) und SCHWARZ et al. (1988) vor. Die Futteraufnahmen aus diesen Schätzformeln wurden mit jenen aus einem hausinternen Stiermastversuch mit täglicher tierindividueller Futteraufnahme verglichen (VELIK et al. 2015). Hierbei zeigte sich, dass die beiden Futteraufnahme-Schätzformeln die tatsächliche Futteraufnahme der Fleckvieh-Stiere um 5 bis 10 % unterschätzten, in der Endmast waren die Unterschiede noch höher. Grund hierfür ist sicherlich die

Tabelle 2: Versuchsergebnisse Mastversuch Obersiebenbrunn

		Kalbin	Ochse	Stier, Fresser
Zukaufgewicht	kg	190	157	156
Futteraufnahme, TM	Heu kg	1,1	1,2	0
	Maissilage kg	4,3	4,8	6,3
	KF kg	1,8	1,8	2,6
Mastdauer	Tage	329 ^c	359 ^b	406 ^a
Tageszunahme	kg	1,127 ^b	1,398 ^a	1,454 ^a
Schlachtalter	Monate	16	16	17
	Tage	479 ^b	472 ^b	520 ^a
Mastendgewicht LG	kg	560 ^c	656 ^a	745 ^a
Schlachtkörpergewicht	kg	294 ^c	338 ^b	408 ^a
Ausschlachtung	%	53 ^b	52 ^b	55 ^a
Fleisch	1=P, 5=E	3,5	3,3	3,6
Fett	1=mager, 5=fett	2,7 ^b	2,7 ^b	2,2 ^a
Kalkulatorischer Stallplatzbedarf p.a.	m ² pro Tier	2,28	2,34	2,44

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede

Tabelle 3: Kraftfutter-Zusammensetzung und Energie- und Proteingehalt im Versuch

	Kalbin und Ochse	Stier < 350 kg 135 Tage	Stier > 350 kg 271 Tage	Stier anteilig 406 Tage
<i>Anteil der Komponente, %</i>				
Weizen	30	0	0	0
Gerste	30	15	21	19
Körnermais	25	0	36	24
Sojaextraktionsschrot 44	0	40	12	21
Rapsextraktionsschrot	12	20	16	17
Sonnenblumenextraktionsschrot	0	20	10	13
Mineralstoffmischung	3	5,5	5,5	5,5
Summe	100	100	100	100
<i>Energie- und Proteingehalt</i>				
Energiegehalt, MJ ME / kg TM	13	12	12	12
Rohprotein, %	16	36	22	26

in den letzten Jahrzehnten – bedingt durch die verstärkte Zucht in Richtung Milch – veränderte Fleckviehgenetik (größerer Rahmen und höhere Futteraufnahmekapazität) sowie die Tatsache, dass die Schätzformeln nur anhand von Mastversuchen bis 650 kg Lebendgewicht erstellt wurden.

Daher wurde für die wirtschaftliche Auswertung die Futteraufnahme mittels Regressionsgleichungen aus der Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast (LFL 2016) geschätzt. Es soll nochmals darauf hingewiesen sein, dass die Futteraufnahme-Menge von zahlreichen Faktoren abhängt (Tageszunahmen, Lebendmasse, Verfettungsgrad, Kraftfuttermenge, Grundfuttermittelart und -qualität, Futtervorlage, Rasse, Betriebsmanagement) und die hier angenommenen Futteraufnahmen nur als Richtwerte verstanden werden können.

In der Gruber Tabelle (LFL 2016) sind für Lebendmassenbereiche von Maststieren und Mastkalbinnen (200 bis 800 kg für Stiere, 150 bis 600 kg für Kalbinnen) tatsächliche Tageszunahmen sowie Futteraufnahmen hinterlegt. Anhand dieser Daten wurden in Statgraphics jeweils Futteraufnahme-Regressionsgleichungen erstellt. Anhand der aus dem Mastversuch Obersiebenbrunn bekannten Tageszunahmen in den jeweiligen Gewichtsbereichen wurden die Futtertage im jeweiligen Gewichtsbereich ermittelt. Mittels der Regressionsgleichungen wurde dann wiederum die Gesamtfutteraufnahme in den Gewichtsbereichen ermittelt und durch die gesamte Mastdauer dividiert. Für die Ochsen sind in der Gruber Tabelle (LFL 2016) keine Futteraufnahmen hinterlegt. Daher wurde auf die Regressionsgleichung der Stiere zurückgegriffen.

So wurde für die Stiere eine durchschnittliche tägliche Futteraufnahme von 8,9 kg TM (6,3 kg Maissilage, 2,6 kg Kraftfutter), für die Ochsen von 7,8 kg TM (4,8 kg Maissilage, 1,2 kg Heu, 1,8 kg Kraftfutter) und für die Kalbinnen von 7,2 kg TM (4,3 kg Maissilage, 1,1 kg Heu, 1,8 kg

Kraftfutter) unterstellt. (Laut Regressionsgleichung 7,6 kg TM wovon 5 % für die Weidefutteraufnahme abgezogen wurden – Annahme: während Sommerhalbjahr jeweils 10 % der Futteraufnahme über die Weide, wofür keine Futterkosten angesetzt wurden).

2.2 Kalkulationsschema

In der ökonomischen Kalkulation zum Versuch Obersiebenbrunn werden die Deckungsbeiträge (DB) aus der Gegenüberstellung von Verkaufserlösen und Kosten je Tierplatz und Jahr verglichen. Unterstellt wird eine jährliche Belegung von 365 Tagen bei allen drei Verfahren. Im Vergleich mit den Arbeitskreisauswertungen werden die Deckungsbeiträge den direktkostenfreien Leistungen gegenübergestellt. *Tabelle 4* zeigt die (übrigen) Positionen und Datenquellen.

Bei den Futterkosten werden zwei Szenarien für geringe und für hohe Futterkosten berechnet. Zu den Futtermengen werden beim Grundfutter 2 % Futterreste aufgeschlagen. Die resultierenden Gesamtfutterkosten je Tier werden bezogen auf den Stallplatz um 1 % reduziert, um die Futterersparnis aufgrund von vorzeitigen Abgängen und verendeten Tieren zu berücksichtigen. Ausgehend von einem vergleichbaren Einstallgewicht und Management werden bei Kalbin, Ochse und Stier gleich hohe Ausfälle unterstellt. Um die Unterschiede im Stallplatzbedarf der Tierkategorien zu berücksichtigen wird auch ein erweiterter Deckungsbeitrag betrachtet. Anhand des mittleren Mindestplatzbedarfs gemäß Tierhaltungsverordnung pro Kalbin / Ochse / Stier von 2,28 / 2,34 / 2,44 m² kommt ein Korrekturfaktor für die kalkulatorischen Stallkosten zur Anwendung.⁶ Davon abgesehen wird davon ausgegangen, dass bei gleichen Haltings- und Managementbedingungen pro Stallplatz für jede Mastkategorie dieselben Vorleistungs- und Faktorkosten anfallen.⁷

Tabelle 4: Methodik zur ökonomischen Auswertung, Positionen und Datenherkunft

Kalkulation in € pro Tierplatz u. Jahr	Datenherkunft	
Verkaufserlöse	Biologische Daten aus Versuch	
abzgl. 2 % Verluste	Preise Notierung Rinderbörse bzw. Statistik Austria	
- Kälberkosten zzgl. Nebenkosten und Kastration	Notierung Rinderbörse, Tierärzthonorar-VO	
	<u>Szenario gering</u>	<u>Szenario hoch</u>
- Futterkosten abzgl. 1 % Tierauffälle	Produktionskosten (Ackerbaugbiet)	Zukaufpreise (Berggebiet)
= Kosten Grundfutter	Vollkostenauswertung AK	Einzelhandelspreise bzw.
zzgl. 2 % Futterreste	Marktberichte der LK	Großhandelsabgabepreise
+ Kosten Kraftfutter	Erzeugerpreise AWI	zzgl. Marge und Transport
- Sonstige var. Betriebsmittelkosten	Auswertung Arbeitskreise	
= Deckungsbeitrag bzw. DfL		
- Anteilige Gebäudekosten Stall	Ann. Investitionskosten 2.000 bis 3.500 je Stallplatz Stier	
= Abschreibung	Nutzungsdauer 25 Jahre, 1 % Instandhaltung, linear	
+ Instandhaltung	Anteilige m ² gem. Tierhaltungs-VO für Kalbin und Ochse	
- Kalk. Lohn- und Zinsansatz	€ 0,50 pro Stallplatz und Tag, Annahme	
= Erweiterter Deckungsbeitrag		

2.3 Kosten- und Preisansätze

Im folgenden Abschnitt werden die Kosten- und Preisansätze für die drei zentralen Positionen des Deckungsbeitrags dargestellt:

- Kälberkosten
- Futterkosten (Grund- und Kraftfutter)
- Verkaufserlöse

2.3.1 Kälberkosten

Die Feststellung der Kosten für die Kälber (Einstellkosten) erfolgt ausgehend von den Preisnotierungen der Österreichischen Rinderbörse. Für die Versuchsauswertung werden als Nebenkosten die aktuellen

⁶ Ein Ochsenmastbetrieb kann demnach mit derselben Stallfläche um 4 % und ein Kalbinnenmastbetrieb um 7 % mehr Tiere halten als ein Stiermastbetrieb.

⁷ Für die – im Mastversuch sehr geringen – Anteile an Grünlandfutter wird eine anteilige Flächenprämie i.H.v. € 286 pro ha berücksichtigt

Tabelle 5: Fresser Notierungspreise, Österreichische Rinderbörse, Basis 180 kg, netto, € je kg (RINDERBÖRSE 2018)

Notierungspreise	2014	2015	2016	2017	Mittelwert
Fresser männlich €/kg	3,64	3,80	3,93	4,06	3,86
Fresser weiblich €/kg	2,83	3,05	3,16	3,25	3,07

Tabelle 6: Raufutterkosten und -preise, Mehrjahresmittel und Spannweite, konventionell, € je t TM

	Heu	Grassilage	Silomais
Preise ab Stamm inkl. 13 % MwSt.	–	–	54 bis 85
Eigene Produktionskosten AK Vollkostenauswertung	Ø 86 bis 115 Quartile 60 bis 148		Ø 70 bis 114 Quartile 53 bis 168
Eigene Produktionskosten Arbeitskreise Rindermast	160	–	CCM: 110
Zukaufpreise ab Hof inkl. 13 % MwSt.	70 bis 190	110 bis 220	–

Sätze für Enthornung, Gripeschutzimpfung und Transport/Zustellung i.H.v. € 40 addiert (bei den Ochsen kommen in weiterer Folge € 25 für die Kastration hinzu). *Tabelle 5* zeigt die Jahresmittel der Notierungen für Fresser 2014 bis 2017, unterschieden nach männlich und weiblich.

2.3.2 Grundfutterkosten

Die Kosten für das Grundfutter können anhand der eigenen Produktionskosten oder anhand von Zukaufkosten zu Marktpreisen abgeleitet werden (*Tabelle 6*). Die seitens der Arbeitskreise hinterlegten Eigenkosten lagen im Fünfjahresmittel 2013 bis 2017 bei € 160 pro t TM für Heu und € 110 pro t TM für CCM (BMLFUW 2015 bis 2017). Ein anderer Anhaltspunkt für die Kosten der eigenen Futtermittelherzeugung liegt anhand von 200 ausgewerteten Arbeitskreisbetrieben mit Vollkostenrechnung vor (HUNGER 2013).⁸ Die Grundfutterkosten ohne Silomais liegen hierbei im Mittel bei € 86 bis € 115 pro t TM, bzw. in der Bandbreite von € 60 bis 148 pro t TM. Die mittleren Produktionskosten für Silomais liegen bei € 70 bis € 114 pro t TM mit einer Bandbreite von € 53 bis € 168 pro t TM.

⁸ Die Werte wurden um Wirtschaftsdünger- und Gemeinleistungsanteile i.H.v. 10 % bereinigt und mit dem Agrarpreisindex für Betriebs- und Investitionsausgaben auf die Jahre 2013 bis 2017 angepasst (STATISTIK AUSTRIA 2018c). Es resultieren durchschnittliche Produktionskosten von € 691 pro ha Grundfutter (Q1 = € 484, Q3 = 885). Diese können in Regionen mit Rindermast auf einen durchschnittlichen Grünlandertrag von 6 bis 8 t TM pro ha bzw. bei Maissilage von 11 bis 18 t pro ha bezogen werden (GUGGENBERGER et al. 2012).

⁹ Die Preise für Kleinballen liegen zwischen € 24 bis € 32 pro Stück. Dieser Preis variiert mit TM-Gehalt bzw. Verdichtung. Die Bandbreite der mittleren Lagerungsdichte liegt zwischen 0,11 und 0,18 t TM / m³ (RESCH 2010). Bei einer Ballenhöhe von 1,2 m errechnet sich ein Volumen von ca. 1,5 m³, die Trockenmasse beträgt also zwischen 0,16 und 0,27 t.

¹⁰ Die Festlegung der Spanne erfolgt ausgehend von den statistischen Erzeuger- und Großhandelspreisen für Futtergerste (STATISTIK AUSTRIA 2018c, AWI 2018d).

¹¹ Dies entspricht der Preisdifferenz bei Sojaschrot zwischen AWI-Statistik und Einzelhandel Steiermark (STEIRISCHE MARKTBERICHT 2017).

¹² Die berechneten Kraffutteransätze korrespondieren mit den Werten einer laufenden Preiserhebung der AMA für eine definierte Rinderfuttermischung (konventionell, 18 % Eiweiß, Energiestufe 4, ohne MwSt.). Dieser Preis liegt, hochgerechnet mit den Energiegehalten des Versuchsfutters, langjährig im Bereich von € 289 (bei 11,8 MJ ME) bis € 323 je t TM exkl. MwSt. (bei 13,2 MJ ME).

¹³ Einen weiteren Vergleichswert bieten die seitens der Arbeitskreise Rindermast hinterlegten Eigenkosten für Futtergetreide. Diese lagen im Fünfjahresmittel 2013 bis 2017 bei € 170 pro t TM inkl. MwSt.

¹⁴ Um die Verkaufserlöse je Stallplatz und Jahr zu berechnen, werden die Ausfälle (vorzeitige Abgänge und verendete Tiere) als kalkulatorisch je Stallplatz entgangene Erlöse abgezogen (Annahme 2 % der Verkaufserlöse).

Eine weitere Quelle für Raufutterpreise bieten Erhebungen von Statistik Austria und den österreichischen Landwirtschaftskammern. Die Bundesstatistik zeigte für Wiesenheu und Kleeheu gepresst € 130 pro Tonne inkl. MwSt (2015 bis 2017). In den Steirischen Marktberichten der Jahre 2015 bis 2017 liegen die Preise in einem Bereich von € 70 bis € 170 pro t Heu lose ab Feld und für Grassilage in Kleinballen zwischen € 90 bis € 200 pro t TM.⁹ Die Preise für Silomais ab Feld liegen zwischen € 54 bis € 85 pro t TM (Fünfjahresmittel 2014 bis 2018). Anhand der eigenen Produktionskosten und der Zukaufpreise lässt sich eine Bandbreite festlegen, innerhalb der die Futterkosten in der Praxis häufig liegen. Die in der betriebswirtschaftlichen Auswertung hinterlegten Werte sind im Szenario mit geringen Kosten € 80 pro t Heu und € 70 pro t Silomais, und im Szenario mit hohen Kosten € 150 pro t Heu und € 120 pro t Silomais.

2.3.3 Kraffutterkosten

Zur Kalkulation der weiteren Futterkosten ist das im Versuch verwendete Kraffutter mit Anteilen von Getreide, Ölschrot, Mineralstoffen und Salz zu bewerten. *Tabelle 7* zeigt die Preise der einzelnen Komponenten. Wiederum wird die Bandbreite zwischen eigenen Produktionskosten und Zukaufpreisen am Markt berücksichtigt. Eine mögliche Bewertung erfolgt demnach anhand der Erzeugerpreise, also zu den Opportunitätskosten für einen Verkauf. Als obere Preisgrenze können die Großhandelsabgabepreise zuzüglich der Margen für den Einzelhandel und der Transportkosten herangezogen werden. Zwischen Erzeugerpreis und Großhandelsabgabepreis liegt eine Spanne für Handel, Transport und Verarbeitung. Diese wurde kalkulatorisch mit 10,5 % angenommen und zwar uniform für alle Produkte.¹⁰ Die Kosten für Einzelhandel und Transport wurden mit 10 % des Großhandelspreises angenommen.¹¹ Darüber hinaus wurde der Preis für die Mineralstoffmischung mit € 1,0 bis € 1,4 pro kg angenommen.^{12; 13}

In *Tabelle 8* sind die der Versuchsauswertung zugrunde liegenden Futterkosten zusammengefasst.

2.3.4 Schlachterlöse

Die Verkaufserlöse pro Tier werden als Schlachtkörpergewicht mal Verkaufspreis zzgl. der Mehrwertsteuer berechnet.¹⁴ Neben einem Grundpreis je kg werden

Varianten mit unterschiedlichen Preiszuschlägen für die Teilnahme an Qualitätsprogrammen angeführt. Die wirtschaftliche Bewertung des Versuchs orientiert sich an den von Statistik Austria dokumentierten Verkaufspreisen, an den Preisnotierungen der Österreichischen Rinderbörse und an den Auswertungen der Arbeitskreise Rindermast. Beim Vergleich ist darauf zu achten, dass das Alter, die

Ausschlachtung, die Klassifizierung der Fleischigkeit (EUROP) und die Fettklasse in einem ähnlichen Bereich liegen.¹⁵ Die Mittelwerte bestimmen sich anhand der Arbeitskreisauswertungen (Mittelwert 2014 bis 2017) für Stiere gemästet ab Fresser mit EUROP = 2,2 und für Ochsen mit EUROP = 2,4 (Codierung E = 1 bis P = 5). Die Zuschläge beziehen sich auf AMA-Gütesiegel Jungstiere (< 18 Monate) bzw. auf AMA-Gütesiegel Ochsen. Für diese lag der Zuschlag in den Jahren 2014 bis 2017 zwischen € 0,18 und € 0,35 (Mittelwert € 0,23) und wurde dementsprechend angerechnet.¹⁷

Abbildung 2 zeigt die durchschnittlich erzielten Verkaufspreise für die Jahre 2011 bis 2017 (STATISTIK AUSTRIA 2018c und RINDERBÖRSE 2018) bzw. 2014 bis 2017 für die Arbeitskreise (für die Kalbinnenmast liegen für 2014 keine Daten vor) (jeweils als netto-Beträge). Die Daten aus den einzelnen Quellen weisen eine hohe Kohärenz über den zeitlichen Verlauf hinweg auf. Anhand der Daten von Statistik Austria und der Notierung der Rinderbörse (inkl. Zuschläge) wurde ein fünfjähriges Mittel für die Jahre 2013 bis 2017 gebildet. Die resultierenden Preise pro kg Schlachtgewicht kalt betragen für Kalbinnen € 3,50, für Ochsen € 3,92 und für Stiere € 3,80. Damit liegen die Schlachtpreise für Ochsen durchwegs höher als für Stiere (gemästet ab Fresser). Im fünfjährigen Mittel 2013 bis 2017 beträgt diese Differenz € 0,12. Die Preise für Kalbinnen liegen stets darunter, mit einer Differenz von € 0,30.

Für die Versuchsauswertung wird der fünfjährige Preis auf das Schlachtgewicht kalt angewendet (Tabelle 9). Zudem wird in einer zweiten Kalkulationsvariante ein möglicher Mehrerlös aus der Teilnahme am AMA-Gütesiegelprogramm betrachtet. Eine dritte Rechenvariante berücksichtigt ein mögliches weiteres Qualitätsprogramm (z.B. Rinderbörse Markenbonus, Cult Beef Ochse, Qualitätsmastkalbin / Cult Beef Kalbin).

Tabelle 7: Preise Getreide/Ölschrote, Österreichische Vierjahresmittel 2014 bis 2017, exkl. MwSt., €

€ je t TM	Erzeugerpreis Statistik Börse	Großhandelsabgabepreis AWI	Einkaufspreis inkl. EH und Transport	Einkaufspreis zzgl. 10 % MwSt.
Futterweizen	135 ¹	149	164	180
Futtergerste	124 ¹	137 ²	151	166
Körnermais	143 ¹	158	174	191
Futtermais	132	146 ²	161	177
Sojaextraktionsschrot 44 GVO	341	377 ²	415	457
Rapsextraktionsschrot p = 72 % von Sojaschrot	246 ³	271 ³	299	329
Sonnenblumenextraktionsschrot p = 95 % von Rapsschrot	233 ³	257 ³	284	312

¹ Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2018c

² Quelle: AWI 2018d

³ Quelle: Preisrelation zu Soja anhand der STEIRISCHEN MARKTBERICHTE 2017¹⁶

Tabelle 8: Futterkosten in der Versuchsauswertung, € pro t TM, vgl. Tabelle 6 und Tabelle 7

	Szenario geringe Futterkosten		Szenario hohe Futterkosten	
	Eigene Produktionskosten		Preise EH, inkl. 10 % MwSt.	
Heu/Grassilage	80		150	
Silomais	70		120	
Futterweizen	135		180	
Futtergerste	124		166	
Körnermais	143		191	
Sojaschrot	341		457	
Rapsschrot	246		329	
Sonnenblumenschrot	233		312	
Mineralstoffe	1000		1400	
Krafftuttermischung	Kalbin/Ochse	Stier	Kalbin/Ochse	Stier
Preis für Krafftuttermischung inkl. Mineralstoffe und Salz mit den anteiligen Komponenten	173	257	233	347

Tabelle 9: Verkaufspreise in der Versuchsauswertung, netto, pro kg, vgl. Abbildung 2

	Kalbin	Ochse	Stier
Grundpreis [€] (Fünfjahresmittel Rinderbörse und Statistik Austria 2013 bis 2017)	3,50	3,92	3,80
Preiszuschlag AMA Gütesiegel [Ct] (Vierjahresmittel Rinderbörse 2014 bis 2017)	25	23	23
Preiszuschlag Qualitätsprogr. [Ct] (Rinderbörse)	12	12	0

¹⁵ Um den durchschnittlichen Grundpreis zu ermitteln, wurde auf eine durchschnittliche Fleischigkeit normiert, wobei ein voller Preissprung von R auf U mit € 0,07 eingeht.

¹⁶ Der Preisabstand von Rapsextraktionsschrot zu Sojaextraktionsschrot wurde anhand der mittleren steirischen Marktpreise 2017 mit 72 % festgelegt (STEIRISCHE MARKTBERICHTE 2017). Der im Versuch verwendete Sonnenblumenschrot wird mit 95 % des Rapsschrotpreises bewertet.

¹⁷ Die Ergebnisse der Arbeitskreisauswertungen gelten nicht als repräsentativ für die österreichischen Mastbetriebe, und fließen insofern nicht direkt in die Preisermittlung für die Auswertung ein.

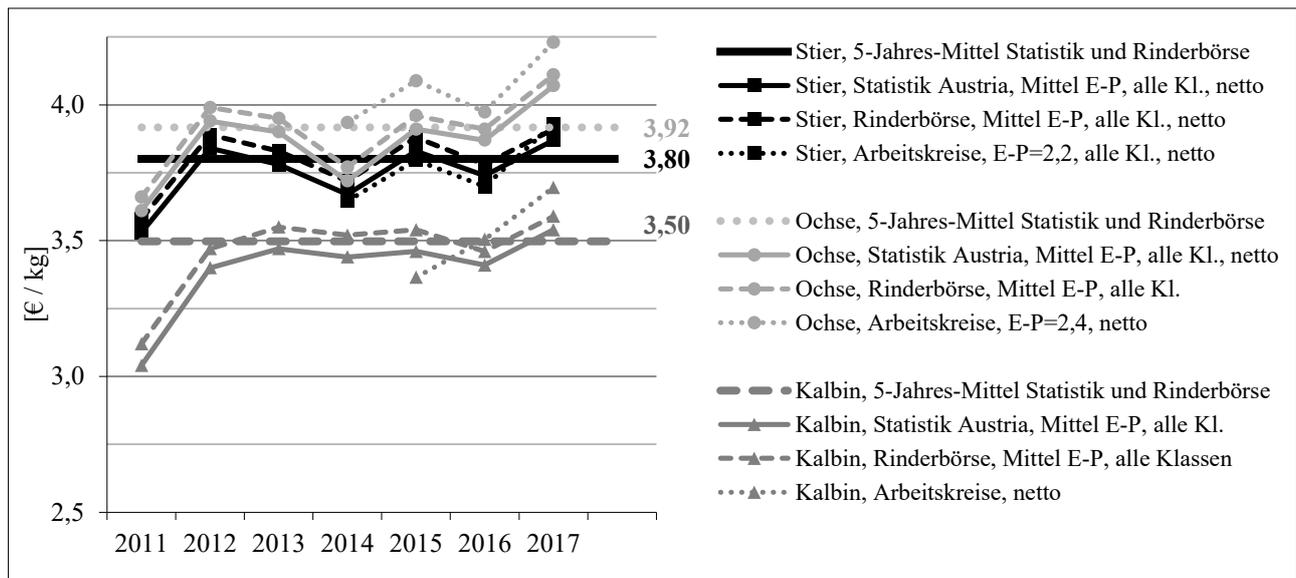


Abbildung 2: Verkaufspreise je kg Schlachtgewicht kalt, mehrjährige Mittelwerte¹⁸

Tabelle 10: Potenziell humanverdauliche Anteile/Gehalte Futtermittel, nach ERTL et al. 2016

	Protein- gehalt g / kg	Protein human- verdaul. %	Energie- gehalt MJ / kg	Energie human- verdaul. %	DIAAS %	Protein Human- gehalt g / kg	Energie Human- gehalt MJ / kg
Weizen	137	60	13,4	60	40,2	33	8
Gerste	125	40	13	40	47,2	24	5,2
Körnermais	102	70	13,3	70	42,2	30	9,3
Futtermais	195	19	10,9	19	42,4	16	2,1
Sojaextraktionsschrot	500	50	13,8	42	97	243	5,8
Rapsextraktionsschrot	392	30	11,8	26	70,2	83	3,1
Sonnenblumen- extraktionsschrot	383	14	10,2	20	46,4	25	2

2.4 Berechnung der Netto-Nahrungsmittelproduktion

Um den Beitrag der Produktionsverfahren zur Lebensmittelherzeugung zu beziffern wird die Netto-Nahrungsmittelproduktion berechnet (ERTL et al. 2016). Dem Kalkulationsschema zufolge wird die Fleischproduktion des jeweiligen Verfahrens in Beziehung zu den eingesetzten Kälberzukaufen und Futtermitteln gesetzt. Konkret wird der humanverdauliche Output in Relation zum potenziell humanverdaulichen Input an Fleisch und Futtermitteln berechnet, und zwar für die Energiemenge und für das verwertbare Rohprotein. In der vorliegenden Anwendung werden nur die Mengen und Gehalte der tatsächlich eingesetzten Kälber, Getreide und Ölsaaten bewertet, wohingegen deren Flächenbeanspruchung im Sinne einer möglichen Konkurrenz zur Produktion von menschlichen Nahrungsmitteln nicht berücksichtigt wird.

Auf der Inputseite werden die potenziell humanverwertbaren Anteile der Futtermittel mit ihrem mittleren Energie- und Proteingehalt angesetzt (Werte aus LFL 2018). Die Proteinqualität zum Zweck der menschlichen Ernährung wird mit dem Index DIAAS bewertet (Tabelle 10) (ERTL et al. 2016). Zudem wurde die Möglichkeit der direkten Nutzung der Schlachtkörper der eingestellten Kälber als

Tabelle 11: Potenzieller Schlachtertrag, Protein- und Energiegehalt, nach ERTL et al. 2016

	Protein g / kg	Energie MJ / kg
67 % essbarer Fleischanteil vom Schlachtkörper Rind	173	13,3
10 % essbare Nebenprodukte vom Lebendgewicht des Rindes	202	6,8

Humannahrung berücksichtigt. Produktseitig wurden ausgehend vom Schlachtgewicht Verlustwerte abgezogen (15,5 % für Knochen, 8,5 % für Tierernährung und 9 % für Fleischverluste von der Schlachtung bis zum Konsum) (Tabelle 11) (ERTL et al. 2016). Weitere Schlachtprodukte gehen mit einem Anteil von 10 % vom Lebendgewicht ein. Für das produzierte Fleisch wurde ein DIAAS-Wert von 109,3 % angewendet. Nähere Angaben zu Methode und Daten liegen anhand von ERTL et al. (2016) vor.

Die Ergebnisse der nationalen Analyse von ERTL et al. (2016) zeigen insgesamt einen positiven Beitrag der Rinderhaltung zur Nahrungsmittelproduktion, aber einen negativen Beitrag der Stiermast aufgrund der hohen eingesetzten Anteile an potenziell humannutzbaren Futtermitteln. Die Lebensmittel-Konversionseffizienz – der humantaugliche

¹⁸ Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2018c, RINDERBÖRSE 2018, BMLFUW 2015 bis 2017.

Output durch den humantauglichen Input – wird für Rinder (allg.) / Milchkühe / Masttiere für Protein (gewichtet) mit 2,8 / 3,8 / 0,73 und für Energie mit 1,1 / 1,4 / 0,26 angegeben (ERTL et al. 2016). Mit diesem Analyseergebnis, demzufolge die Stiermast keinen positiven Beitrag zur Lebensmittelproduktion leistet, können in weiterer Folge die Ergebnisse anhand des Mastversuchs Obersiebenbrunn verglichen werden.

3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Wirtschaftlichkeit der Verfahren auf Basis des Praxisversuchs Obersiebenbrunn dargestellt. Es werden die Kosten und Erlöse der Verfahren ausgewiesen, die resultierenden Deckungsbeiträge dargestellt und die Ergebniswirkung unterschiedlicher Preis- und Kostenansätze diskutiert. Des Weiteren werden die Mastverfahren in Hinblick auf ihren Beitrag zur Nahrungsmittelproduktion hin analysiert.

3.1 Kälberkosten und Schlachterlöse der Versuchsauswertung

Die variablen Kosten der Mast (ohne Arbeiterledigungskosten) werden von den Kälber- und Futterkosten dominiert (kalkulatorisch aus Eigenproduktion oder Zukauf). *Tabelle 12*

Tabelle 12: Versuch: Einstellkosten und Verkaufserlöse, inkl. MwSt. und Nebenkosten, €

	Pro Einzeltier				Pro Mastplatz und Jahr (abzgl. 2 % Verluste)			
	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157kg	Stier 156 kg
Kälberkosten	705	590	757	725	782	601	770	652
Erlös A: Grundpreis	1.162	1.162	1.496	1.752	1.264	1.160	1.491	1.545
Erlös B: AMA-GS	1.245	1.245	1.584	1.858	1.354	1.243	1.579	1.638
Erlös C: Qualitätspr.	1.285	1.285	1.630	-	1.398	1.283	1.624	-

Tabelle 13: Versuch: Variable Kosten u. detaillierte Futterkosten, € je Tierplatz und Jahr

	Szenario Futterkosten gering				Szenario Futterkosten hoch			
	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochs 157 kg	Stier 156 kg	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg
Kosten Kälber	782	601	770	652	782	601	770	652
Kosten Futter	258	276	292	424	405	432	460	635
Aufzucht	2	20	20	20	3	30	30	30
Heu	32	32	35	0	60	60	66	0
Silomais	111	111	124	163	191	191	212	279
Kraftfutter	113	113	113	242	152	152	152	326
Weitere var. Kosten ²¹	93	93	93	93	93	93	93	93
Variable Kosten gesamt	1.133	970	1.155	1.169	1.280	1.127	1.323	1.380
Relation Kälber- zu Futterkosten	3,0	2,2	2,6	1,5	1,9	1,4	1,7	1,0

¹⁹ In den Werten enthalten sind die Nettokosten der Kälber, die Kosten für Transport, Enthornung, Impfung und Kastration und die Mehrwertsteuer.

Mit den Einkaufsgewichten im Versuch liegen die Kosten je Tier nahe beieinander; der um € 0,80 pro kg geringere Preis der Kalbinnen gleicht sich durch das um 33 kg höhere Zukaufgewicht in etwa aus – das höhere Einstallgewicht der Kalbinnen von 190 kg führt also zu bedeutenden Mehrkosten.

²⁰ Die weiteren variablen Kosten beinhalten € 18 für die Tiergesundheit, € 29 für Maschinenkosten und € 46 an sonstigen variablen Kosten für Energie, Materialien, Verwaltung und dgl. Basis sind die Dreijahresmittelwerte der österreichischen Arbeitskreise in der Rindermast (BMLFUW 2016 und 2017, BMNT 2018b).

²¹ Demgegenüber resultieren mit der Kalkulationsmethode der österreichischen Arbeitskreise höhere Futterkosten, und auch im Internetdeckungsbeitragsrechner des AWI sind höhere Futterkosten hinterlegt (AWI IDB 2018, BMNT 2018b). Die Kälberkosten entsprechen den Ergebnissen der Arbeitskreise Rindermast und den hinterlegten Werten im Internetdeckungsbeitragsrechner des AWI (AWI IDB 2018, BMNT 2018b).

zeigt die berechneten Einstellkosten und Verkaufserlöse der Verfahren für die Versuchsauswertung.¹⁹ Da die Kalbinnen im Versuch schwerer eingestallt wurden, wird eine kalkulatorische Variante mit einem Einstallgewicht von 157 kg angegeben, bei der eine lineare Fortschreibung der Tageszunahmen (und Futteraufnahme) unterstellt wird;²⁰ zugleich werden anteilig höhere Aufzuchtosten veranschlagt.

In *Tabelle 12* sind drei Varianten dargestellt, und zwar für den Basispreis und für verschiedene Preiszuschläge (vgl. Kapitel 2.3) inkl. MwSt. und abzüglich 2 % Verluste. Die Erlöse liegen im Bereich € 1.200 bis € 1.600. Einhergehend mit dem Schlachtgewicht liegen die Erlöse der Ochsen und Stiere deutlich über den Kalbinnen. Die Zuschläge für das AMA-Gütesiegel machen für jede Tierkategorie knapp € 80 bis € 100 p.a. aus. Für ein weiteres Qualitätsprogramm fallen für Kalbin und Ochse jeweils ca. € 40 an.

3.2 Futterkosten im Versuch

Die Auswertung der Futterkosten zeigt erwartungsgemäß für die Stiermast eine hohe Bedeutung der Silomais- und Kraftfutteranteile und den Einfluss der höheren Proteinanteile. Die täglichen Futterkosten betragen bei Kalbin, Ochse und Stier € 0,76, € 0,81 und € 1,17 bzw. beim Szenario hohe Futterkosten € 1,20, € 1,27 und € 1,76.

Im Szenario mit den hohen Futterkosten steigen die variablen Kosten bei den Kalbinnen und Ochsen um ca. € 150, bei den Stieren um ca. € 200 (Tabelle 13). Hier wirkt sich die höhere bzw. längere Futteraufnahme der Stiere aus. Auffallend ist, dass selbst beim Szenario mit dem teuren Futter und beim Verfahren mit der höchsten Fütterungsintensität (Stiermast) die Futterkosten noch unter den Kälberkosten liegen. Sowohl die betragsmäßigen Kälber- und Futterkosten als auch die Relation aus Kälber- zu Futterkosten stimmt mit Literaturangaben überein (ETTLE 2018, KNEIP 2013, GROSS 2011, STEINWIDDER et al. 2006).²²

3.3 Deckungsbeiträge anhand des Versuchs Obersiebenbrunn

Sowohl bei geringen als auch bei hohen Futterkosten weisen alle drei Mastverfahren einen positiven Deckungsbeitrag pro Tierplatz auf (Tabelle 14). Der Deckungsbeitrag A (geringe Futterkosten) der Kalbinnen (157 kg), Ochsen und Stiere liegt bei ca. € 200, € 300 und € 400. Berücksichtigt man die maximal möglichen Preiszuschläge aus Qualitätsprogrammen so steigen die Deckungsbeiträge C bei geringen Futterkosten auf ca. € 300, € 450 und

€ 450. Beim Szenario mit hohen Futterkosten sinken die Deckungsbeiträge A der drei Mastverfahren auf ca. € 50, € 150 und € 150 ab. Bei teurem Futter und beim Erzielen aller Zuschläge aus Qualitätsprogrammen liegen die Deckungsbeiträge C der Kalbinnen (157 kg), Ochsen und Stiere bei ca. € 150, € 300 und € 250. Die aus dem Versuch errechneten Deckungsbeiträge liegen somit im Bereich der errechneten Werte der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (€ 320) und der direktkostenfreien Leistung der Auswertungen der Arbeitskreise Rindermast (€ 260, Quartile +/- € 100) (vgl. Kapitel 1).

Weniger positive Werte zeigt die Berechnung des erweiterten Deckungsbeitrags – hier definiert mit kalkulatorischen Kosten für Stallplatz, Lohn- und Zinsansatz. In diesem Fall kann die Kalbinnenmast auch bei geringen Futterkosten allenfalls nur dann rentabel bleiben, wenn Qualitätszuschläge erzielt werden. Die Ochsen- und Stiermast bleiben rentabel, die Deckungsbeiträge sinken aber auf ca. € 100 bis € 200 (ohne und mit Qualitätszuschlägen). Werden bei Betrachtung des erweiterten Deckungsbeitrags hohe Futterkosten unterstellt, so bleibt nur die Ochsenmast bei vollen Qualitätszuschlägen potenziell rentabel.²³

Tabelle 14: Versuch: Deckungsbeiträge der Verfahren, € je Tierplatz und Jahr

	Szenario Futterkosten gering				Szenario Futterkosten hoch			
	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg	Kalbin 190 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg
DB A: Grundpreis	131	190	336	375	-16	34	168	165
DB B: AMA-GS	222	273	424	469	74	117	255	258
DB C: Qualitätspr.	265	313	470	-	117	157	301	-
Erweiterter DB A	-116	-57	83	93	-282	-232	-105	-138
Erweiterter DB B	-26	26	171	187	-192	-149	-17	-44
Erweiterter DB C	18	66	216	-	-149	-110	28	-

Tabelle 15: Versuch: Deckungsbeiträge bei Preisänderungen, € je Tierplatz und Jahr

	Schlachtpreise - 10 %			Schlachtpreise + 10 %		
	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg	Kalbin 157 kg	Ochse 157 kg	Stier 156 kg
	Kälber- und Futterkosten hoch					
DB B: AMA-GS	40	38	44	292	336	353
Erweiterter DB B	-227	-235	-259	26	64	50
Δ zu \emptyset -Preisen	-182	-219	-216	+71	+79	+93
	Futterkosten hoch					
DB B: AMA-GS	95	108	105	348	406	414
Erweiterter DB B	-171	-165	-197	82	133	111
Δ zu \emptyset -Preisen	-126	-149	-155	+127	+149	+154
	Futterkosten gering					
DB B: AMA-GS	159	276	316	391	574	625
Erweiterter DB B	-89	23	34	143	321	343
Δ zu \emptyset -Preisen	-116	-149	-155	+116	+149	+155
	Futterkosten gering, Kälberkosten gering					
DB B: AMA-GS	214	346	377	446	644	686
Erweiterter DB B	-33	92	95	199	391	404
Δ zu \emptyset -Preisen	-61	-79	-94	+172	+219	+216

²² Demgegenüber resultieren mit der Kalkulationsmethode der österreichischen Arbeitskreise höhere Futterkosten, und auch im Internetdeckungsbeitragsrechner des AWI sind höhere Futterkosten hinterlegt (AWI IDB 2018, BMNT 2018b). Die Kälberkosten entsprechen den Ergebnissen der Arbeitskreise Rindermast und den hinterlegten Werten im Internetdeckungsbeitragsrechner des AWI (AWI IDB 2018, BMNT 2018b).

²³ Im kalkulatorischen Ansatz für Stallplatz, Lohn- und Zins ist berücksichtigt, dass gemäß Tierhaltungsverordnung die Kalbinnenmast einen um 7 % und die Ochsenmast einen um 4 % geringeren Flächenbedarf als die Stiermast aufweisen.

3.4 Auswirkungen von Preisänderungen

Zur Beantwortung der Frage, wie sich Veränderungen in den Kälberpreisen und den Schlachtpreisen auf die Deckungsbeiträge auswirken, werden diese Preise um 10 % variiert (Tabelle 15). Wie in Kapitel 2 dargestellt, lagen die Preisabweichungen in den letzten Jahren in einem Band von etwa +/- 10 %. Steigen die Kälberpreise in diesem Ausmaß, reduziert dies den Deckungsbeitrag der Verfahren um jeweils ca. € 60 bis € 80. Demgegenüber hat eine Variation der Schlachtpreise (aufgrund des höheren Gewichts) klarerweise höhere Auswirkungen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 15 exemplarisch für den Deckungsbeitrag B und für den erweiterten Deckungsbeitrag B dargestellt. Eine Veränderung der Schlachtpreise um +/- 10 % führt zu einer Veränderung der beiden Deckungsbeiträge um ca. +/- € 200.

Im Worst-Case-Szenario aus Sicht eines Mästers liegen geringe Schlachtpreise und hohe Kälber- und Futterkosten vor. In diesem Fall ist der Deckungsbeitrag B der drei Verfahren nur mehr leicht positiv mit ca. € 50. Umgekehrt liegen im Best-Case-Szenario hohe Schlachtpreise und geringe Kälber- und Futterkosten vor. Der Deckungsbeitrag der drei Verfahren Kalbinnen-, Ochsen- und Stiermast steigt dann von ca. € 250, € 400 und € 500 in der Ausgangskalkulation auf ca. € 450, € 650 und € 700 an. Demzufolge sind die Deckungsbeiträge bei Teilnahme am AMA-Gütesiegelprogramm stets positiv, unabhängig von bis zu zehnprozentigen Preisschwankungen im Zu- und Verkauf. Eine Deckung über die variablen Kosten hinaus erfordert aber in jedem Fall zumindest geringe Futterkosten oder hohe Schlachtpreise.

3.5 Ergebnisse zur Netto-Nahrungsmittelproduktion

In einer herkömmlichen Definition wird unter Wirtschaften der rationale Umgang mit knappen Gütern verstanden. In der Mast betrifft dies insbesondere die Kälber und die Futtermittel. Ein mögliches Ziel des rationalen Umgangs ist die Fleisch- bzw. Nahrungsmittelerzeugung. Wirtschaftlich ist der Umgang dann, wenn es zur Mehrung an Nahrungsmitteln kommt. Zur Ermittlung dieser Netto-Nahrungsmittelproduktion ist erstens der Wert der Schlachtkörper und Nebenprodukte für die menschliche Ernährung zu bestimmen. Hiervon sind die humanwertigen Anteile des eingesetzten Kalbes und der Futtermittel abzuziehen.²⁴

Tabelle 16 zeigt die entsprechenden Anteile für die drei Parameter Gewicht, Protein und Energie jeweils pro Tierplatz

Tabelle 16: Humanwerte Anteile und Netto-Lebensmittelproduktion, je Tierplatz und Jahr

	Essbarer Anteil			Humannahrungsanteil			Humannahrungsanteil		
	Kalbin 157kg	Ochse 157kg	Stier 156kg	Kalbin 157kg	Ochse 157kg	Stier 156kg	Kalbin 157kg	Ochse 157kg	Stier 156kg
Schlachtprodukte	262	302	281	51	59	55	3.113	3.575	3.348
Kalb	-55	-54	-42	-10	-10	-8	-726	-723	-562
Futtermittel	n.a.	n.a.	n.a.	-47	-50	-113	-7.646	-8.009	-9.753
Summe	n.a.	n.a.	n.a.	-6	-1	-66	-5.259	-5.158	-6.967
Netto LM-Produktion	n.a.	n.a.	n.a.	0,89	0,98	0,46	0,37	0,41	0,32

und Jahr. Die letzte Zeile zur Netto-Lebensmittelproduktion (Lebensmittel-Konversionseffizienz) der Verfahren zeigt Werte unter Eins, resultierend aus der Verwendung von potenziell humanernährungstauglichen Kraftfuttermitteln und der gegebenen Konversionseffizienz der Wiederkäuer. Die nationalen Analyseergebnisse für die Stiermast betragen für Protein gewichtet 0,73 und für Energie 0,26 (ERTL et al. 2016). Die Versuchsauswertung liegt in einer ähnlichen Größenordnung mit 0,89 / 0,98 / 0,46 für Protein gewichtet und 0,37 / 0,41 / 0,32 für Energie für die Kalbinnen, Ochsen und Stiere.²⁵

Auf der Output-Seite spiegeln die Ergebnisse die bessere Schlachtleistung der Ochsen und Stiere wider. Auffallend ist auch der geringere Kälbereinsatz in der Stiermast, der aus der längeren Mastdauer resultiert. Beim Futtermiteinsatz hingegen schneiden die Stiere hinsichtlich der Effizienz der Lebensmittelproduktion schlechter ab, da höhere Anteile an Silomais, Kraftfutter und Sojaschrot gefüttert wurden, und diese höhere potenziell humanverwertbare Protein- und Energiegehaltswerte aufweisen. Aufgrund der im Versuch verwendeten Rationen in der Stiermast fällt in Relation zur Ochsenmast besonders die Sojafütterung ins Gewicht. Das relativ gute Abschneiden der Ochsenmast (wenngleich betragsmäßig unter 1) resultiert also aus einem vergleichsweise effizienten Futtermiteinsatz bei gleichzeitig guten Schlachtleistungen.

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Versuchsauswertung Obersiebenbrunn zeigen durchwegs positive Deckungsbeiträge aller Mastverfahren, selbst bei ungünstigen Preis- und Kostenrelationen. Dies impliziert aber lediglich die Möglichkeit zur Deckung der laufenden Kosten. Darüber hinaus zeigt die Betrachtung des erweiterten Deckungsbeitrags, dass die Wirtschaftlichkeit v.a. von den Futtermittelkosten und daneben auch von den Schlachtpreisen beeinflusst werden kann. Die betriebswirtschaftlichen Ergebnisse der intensiven Ochsenmast anhand des Praxisversuchs liegen etwa gleichauf mit jenen der Stiermast. Die geringeren Futterkosten der Ochsen werden von den geringeren Schlachtleistungen in etwa aufgewogen. Zu beachten gilt es, dass im Versuch Obersiebenbrunn vergleichsweise gute Ochsenmastergebnisse erzielt wurden. Die Kalbinnen sind zwar in Zukauf und Fütterung günstiger als Ochsen und Stiere, erzielen aber – auch gemessen an der erzielten Schlachtkörperqualität – geringe Schlachtpreise. Einhergehend damit werden die höheren Futterkosten beim Stier auch von den höheren Erlösen aufgefangen.

²⁴ Dies erfolgt hier ausgehend vom Status Quo der Verarbeitungs- und Ernährungsgewohnheiten, für Details vgl. den entsprechenden Methodik-Abschnitt.

²⁵ Die Abweichung für den Proteinwert kann durch die hohen Anteile an Proteinkraftfutter im Versuchskraftfutter der Masttiere erklärt werden.

Konkret kann die intensive Mast von Kalbinnen, Ochsen und Stieren bei günstigen Futterkosten Deckungsbeiträge von ca. € 200, € 300 und € 400 liefern. Bei teurem Futterzukauf oder teurer Futterproduktion steigen die Kosten der Stiermast um ca. € 200, die Kalbinnen- und Ochsenmast verliert aufgrund der geringeren Kraftfuttermengen nicht ganz so stark. Bei der Möglichkeit für höhere Schlachtpreise aus der Teilnahme an Qualitätsprogrammen kann der Deckungsbeitrag bei ca. € 300, € 450 und € 450 liegen; bei hohen Futterkosten entsprechend bei € 150, € 300 und € 250. Beim erweiterten Deckungsbeitrag – unter Berücksichtigung von Stallplatzkosten, Arbeits- und Zinsansatz – bleiben die Ochsen- und Stiermast bei niedrigen Futterkosten mit dem Grundpreis, und die Kalbinnenmast mit Qualitätszuschlag positiv. Bei hohen Futterkosten kann bei allen drei Tierkategorien kaum mehr ein positiver erweiterter Deckungsbeitrag erzielt werden. Als wesentliche Faktoren für die betriebliche Wirtschaftlichkeit zeigten sich die Schlachtpreise und die Futterkosten. Somit können aus Sicht der Betriebsentwicklung die Futterkosten den zentralen Stellhebel darstellen. Selbstverständlich sollte auch dem Betriebsmanagement großes Augenmerk zukommen.

Marktseitig zeigt die österreichische Rindfleischproduktion eine starke und weiter zunehmende Export- und Handelsorientierung, womit ein zunehmender Preisdruck verbunden sein kann. Die Tageszunahmen im österreichtypischen Produktionssystem der intensiven Stiermast sind international bereits auf einem hohen Niveau. Zugleich zeigen Auswertungen zur Netto-Nahrungsmittelproduktion eine mäßige Effizienz der Rinder- und insbesondere der Stiermast. Demgegenüber kann eine Qualitätsorientierung in der Produktion zu einer größeren Wertschätzung für das Veredelungsprodukt und zu einer auch monetär maßgeblich höheren Wertschöpfung auf den in- und ausländischen Märkten beitragen. Die österreichischen Betriebe tendieren den eigenen Aussagen zu Folge zu gleichen Teilen zu einer quantitativ- wie zu einer qualitätsorientierten Betriebsstrategie.

5. Literatur

- AWI (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft) 2018a: Schlachtungen, Außenhandel, Absatz, Bruttoeigenerzeugung. Statistik Austria, AMA, Berechnungen der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft/ALFIS. Wien.
- AWI, 2018b: Bruttoeigenerzeugung, Schlachtungen, Außenhandel Lebendrinder. Ochsen, Stiere, Kühe, Kalbinnen. Statistik Austria, Berechnungen der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft. Wien.
- AWI, 2018c: Struktur der Rinderhalter. Statistik Austria, AMA, Berechnungen der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft/ALFIS. URL: <https://www.agraroeconomik.at/index.php?id=326> (10.11.2018).
- AWI, 2018d: Betriebsmittel, Futtermittel, Großhandelsabgabepreise 2014 bis 2017. Börse für landwirtschaftliche Produkte, Berechnungen der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.
- AWI IDB (Internetdeckungsbeitragsrechner der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft), 2018: Internetdeckungsbeitragsrechner der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Verfahren Stiermast und Verfahren Ochsenmast. Wien.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2015: Rindermast 2014. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. BMLFUW, Abt. II 9, Wien.
- BMLFUW, 2016: Rindermast 2015. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. BMLFUW, Abt. II 9, Wien.
- BMLFUW, 2017: Rindermast 2016. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. BMLFUW, Abt. II 9, Wien.
- BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus), 2018a: Grüner Bericht 2018 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2017, 59. Auflage, Wien.
- BMNT, 2018b: Rindermast 2017. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. BMNT, Abt. II 1, Wien.
- DEBLITZ, C., 2012: Costs of production for beef and national cost share structures. Agri Benchmark, Beef and Sheep Network. Working Paper 2012/3. Braunschweig.
- DEBLITZ, C., 2017: Beef and Sheep Report. Agri Benchmark, Beef and Sheep Network. Braunschweig.
- ERTL, P., A. STEINWIDDER, M. SCHÖNAUER, K. KRIMBERGER, W. KNAUS und W. ZOLLITSCH, 2016: Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. Die Bodenkultur, 67/2, 91-103. Wien.
- ETTLE, T., A. OBERMAIER, M. HEIM, M. PICKL, M. SCHUSTER und D. BRÜGGEMANN, 2018: Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Braunvieh- und Fleckviehbullen. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2018, 21.-22. März 2018, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 31-36.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 74, 362-375.
- GREIMEL, M., 2002: Die Wirtschaftlichkeit der Rindermast bei unterschiedlicher Intensität. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, April 2002. Bericht BAL Raumberg-Gumpenstein, 24.-25.
- GROSS, D., 2011: Auch Färsen liefern Spitzenrindfleisch. dlz agrarmagazin Januar 2011, 98-100.
- GUGGENBERGER, T., 2012: Management und Fütterung von Maststieren unter österreichischen Bedingungen. 5. Tierärztetagung 2012, Raumberg-Gumpenstein, 43-48.
- GUGGENBERGER, T., O. HOFER, W. FAHRNER, B. SUCHER, G. WIEDNER und R. BADER, 2012: Fachatlas Landwirtschaft – Entwicklung landwirtschaftlicher Geodaten im Geographical Grid System Austria. Veröffentlichungen HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Band 49, www.raumberg-gumpenstein.at/GGS.
- HEINDL, U., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zur Schätzung der Futteraufnahme von Mastrindern. Züchtungskunde 68, 357-368.
- HUNGER, F., 2013: Grundfutterkosten – Methode und Ergebnisse aus der Vollkostenauswertung der Arbeitskreise Milchproduktion. 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-7.
- KIRNER, L., 2018: Strategische Ausrichtung von Rinder- und Schweinehalten in Österreich. Forschungsbericht. In: BMNT, 2018a: Grüner Bericht 2018, 46-47.
- KNEIP, C., 2013: Bullen: Wer investieren will, braucht Fläche. Top agrar 5/2013, 28-30.
- LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), 2016: Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast. LFL-Information, 21. Auflage, Freising-Weihenstephan, 13-14, 46.

- LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), 2018: Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast. LFL-Information, 22. Auflage, Freising-Weihenstephan.
- RESCH, R., 2010: Silageprojekt – Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben. Dafne-Abschlussbericht, Raumberg-Gumpenstein.
- RINDERBÖRSE (Österreichische Rinderbörse), 2018: Pers. Mitteilung Minihuber / Kerschbaumsteiner vom 30.10.2018.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER und R. CARMANNS, 1988: Zur Schätzung der Futteraufnahme von Fleckviehbullen bei Mastverfahren mit Maissilage. Züchtungskunde 60, 135-142.
- STATISTIK AUSTRIA, 2018a: Schlachtungsstatistik Veterinärverwaltung. Untersuchte Schlachtungen 2008 bis 2017.
- STATISTIK AUSTRIA, 2018b: Versorgungsbilanz für Fleisch nach Arten 2012 bis 2017.
- STATISTIK AUSTRIA, 2018c: Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise 2011 bis 2017.
- STEEN, R.W.J., 1995: The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. Livest. Prod. Sci. 42, 1-11.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, R. STEINWENDER, T. GUGGENBERGER, M. GREIMEL und A. SCHAUER, 1996: Einfluß der Fütterungsintensität und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Kalbinnen. Die Bodenkultur 47/1, Wien, 49-64.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren, Züchtungskunde 74, 104-120.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, G. MAIERHOFER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, J. FRICKH und J. GASTEINER 2006: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung auf Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität sowie ökonomische und ökologische Parameter in der Fleckvieh-Stiermast. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 63-93.
- STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, A. RÖMER, G. IBI und J. FRICKH, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung, Züchtungskunde 79, 128-141.
- STEIRISCHER MARKTBERICHT, 2014 bis 2018: Marktbericht / Markt Aktuell. Steirischer Marktbericht Jg. 46 bis Jg. 50. Landwirtschaftskammer Steiermark, Graz.
- TIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2004: Langtitel: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen 2004 (1. Tierhaltungsverordnung). IN: BGBl. II Nr. 485/2004 idF BGBl. II Nr. 151/2017. URL: <https://www.ris.bka.gv.at> (06.12.2018).
- VELIK, M., G. TERLER, J. GASTEINER, A. GOTTHARDT, A. STEINWIDDER, R. KITZER, A. ADELWÖHRER und J. KAUFMANN, 2015: Stiermast auf hohe Mastendgewichte bei unterschiedlicher Proteinversorgung in der Endmast – Einfluss auf Tageszunahmen, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. Abschlussbericht "Maststier_hoch", HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.
- VELIK, M., G. TERLER, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2018: Intensive Mast von Stier, Ochse und Kalbin – Welche Stärken hat jede Rinder-Kategorie. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 21.-22. März 2018, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 39-48.

Rindermast in der Schweiz – Status quo und Optimierungsmöglichkeiten

Beef cattle fattening in Switzerland – status quo and potential for optimisation

Alexander Burren^{1*}, Arlène Müller¹ und Hannes Jörg¹

Zusammenfassung

Fleischrassiestiere erbringen nicht mit jeder Milchviehrasse Nachkommen mit gleich guter Schlachtleistung. Da in der Schweiz bislang noch keine Empfehlungen zur idealen Anpaarung von Fleisch- und Milchrasen vorliegen, wurde an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften untersucht, welche Kreuzungstiere die besten Ergebnisse bezüglich Schlachtgewicht, Fleischigkeit und Fettabdeckung aufweisen.

Für die Auswertungen wurden von der Tierverkehrsdatenbank AG 601.669 Kreuzungstiere (Milchrasse × Fleischrasse) zur Verfügung gestellt, die in der Periode 2000 bis 2012 geboren wurden und aus einer Kreuzung (Milchrasse × Fleischrasse oder Milchrasse 1 × Milchrasse 2) hervorgingen. Für den Vergleich der Schlachtgewichte zwischen den Kreuzungstieren wurden die Gewichte mittels eines gemischten linearen Modells nach Geburtsmonat, Schlachtjahr, Geschlecht, Wurfgrösse, Zone, Fettgewebe und Fleischigkeit korrigiert.

Durch Einbezug der Häufigkeitsverteilungen der Fleischigkeit und der Fettabdeckung der Schlachtkörper konnten für die untersuchten Milchrasen die idealen Kreuzungspartner bezüglich der Schlachtleistung ermittelt werden.

Für Braunvieh zeigen sich die Rassen Blonde d'Aquitaine und Charolais in allen Schlachtkategorien als gut geeignet um hohe Schlachtgewichte, gute Fleischigkeit und Fettabdeckung zu erreichen. In der Kälber- und Munimast zeichnet sich auch die Rasse Weissblaue Belgier durch hohe Schlachtgewichte und hervorragende Fleischigkeit aus. Für Kreuzungen mit Fleckvieh und Holstein Friesian zeigen ebenfalls die Rassen Blonde d'Aquitaine und Charolais in allen Schlachtkategorien gute Resultate. Kreuzungen von Fleckvieh mit Montbéliarde eignen sich eher in der Kälber- und Munimast. In Kreuzungen mit Simmental zeigen die milchbetonten Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian eine gute Eignung zur Kälbermast. Für die Ochsen-, Rinder- und Munimast ist zur Kreuzung mit Simmental die Rasse Charolais zu empfehlen.

Schlagwörter: Kreuzungszucht, Schlachtkörpermerkmale, Fleischrassiestiere, Fleisch- und Milchviehrassen

Summary

Not every breed cross of beef and dairy cattle results in equally high slaughter yields. This study aims to determine which crossbreeds produce the best returns in terms of carcass weight, conformation and fat cover. The data set consisted of 601,669 crossbreeds born between 2000 and 2012 resulting from a cross between dairy breed × beef breed or dairy breed 1 × dairy breed 2. To compare carcass weights between the crossbreeds, a linear mixed model was used to adjust weights for birth month, slaughter year, sex, litter size, zone, carcass fat cover and conformation. By including frequency distributions of carcass conformation and fat cover, it was possible to determine the best breeding partner for each dairy breed in terms of slaughter yield. Blonde d'Aquitaine and Charolais are suitable breeding partners for Braunvieh in all slaughter categories, while Belgian Blue crosses with Braunvieh are characterised by high carcass weights and excellent conformation in the fattening calf and bull slaughter categories. Fleckvieh and Holstein Friesian crosses with Blonde d'Aquitaine and Charolais cattle produce good results across all slaughter categories. Fleckvieh crosses with Montbéliarde are particularly well-suited to producing fattening calves and bulls. Simmental crosses with Braunvieh, Fleckvieh and Holstein Friesian dairy breeds show good success in producing fattening calves. Crosses between Simmental and Charolais are recommended for bull, oxen and heifer fattening.

Keywords: crossbreeding, beef and dairy cattle, carcass weight, carcass conformation, carcass fat cover

¹ Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, CH-3052 Zollikofen

* Ansprechpartner: Alexander Burren, email: alexander.burren@bfh.ch

Einleitung

In der Schweiz werden rund 1,5 Millionen Rinder gehalten. Davon sind 45 % Kühe (39 % Milch- und 6 % Mutterkühe) und 55 % setzen sich aus Rindern, Stieren, Ochsen und Kälbern zusammen. Kälber, die nicht für die Remontierung verwendet werden, enden entweder in der Kälber- oder Grossviehmast. 2017 wurden in der Schweiz rund 220.000 Kälber geschlachtet, welche zu 97 % aus der Milchvieh- und zu 3 % aus der Mutterkuhhaltung stammten. Die Mastdauer dieser Kälber betrug 160 Tage und ihr Lebendgewicht lag bei rund 200 kg (AGRIDEA 2017). Bei der klassischen Grossviehmast setzt sich die Futtermittelration der Tiere aus Gras, Heu, Maissilage und Kraftfutter zusammen. Die Mastdauer beträgt bei Rindern und Ochsen 14 bis 20 Monate und bei Stieren 12 bis 17 Monate. Bei der Mutterkuhhaltung wiegen die Kälber nach 6 bis 10 Monaten 240 bis 300 kg und werden entweder geschlachtet oder weiter gemästet. Gehalten werden die Rinder in der Schweiz auf bäuerlichen Familienbetrieben, wobei die mittlere Herdegrösse bei 35 Tieren liegt. Nur auf etwa 3 % der Betriebe werden mehr als 100 Tiere gehalten. Die Anzahl der Rindviehhalter in der Schweiz liegt bei rund 36.000. Knapp die Hälfte davon bewirtschaften einen Betrieb im Berggebiet (PROVIANDE 2018).

In den vergangenen Jahren haben sich immer mehr Schweizer Rinderzüchter für den Einsatz von Fleischrassestieren entschieden. So hat sich der Anteil an Fleischrassebesamungen in den letzten 10 Jahren fast verdoppelt (Abbildung 1). Dabei werden mit Abstand am meisten Limousin-Stiere eingesetzt (Abbildung 2). Auf Platz zwei liegt das Mischsperma SILIAN von SWISSGENETICS, welches sich aus Samen eines Simmental-, Limousin- und Angus-Stiers zusammensetzt.

Verschiedene Studien zeigen, dass durch die gezielte Paarung von Fleisch- und Milchviehrassen die Schlachtleistung der F1 Tiere verbessert werden kann (DAMON et al. 1960, AASS und VANGEN 1998, HUUSKONEN et al. 2013). In Österreich wird deshalb beispielsweise für die breit eingesetzten Fleischrasen ein „Gebrauchskreuzungszuchtwert“ für die einzelnen Milchrasen berechnet (FÜRST 2005).

Da in der Schweiz bislang noch keine Empfehlungen zur Anpaarung von Fleisch- und Milchrasen gemacht werden, wurden im Rahmen einer Semesterarbeit an der HAFL für die vier Milchrasen Braunvieh (BR), Fleckvieh (FT), Holstein Friesian (HO) und Simmental (SI) die optimalen Milch- und Fleischrasseanpaarungen bezüglich Schlachtkategorie, Schlachtgewicht, Fleischigkeit des Schlachtkörpers und dessen Abdeckung mit Fettgewebe ermittelt. Betrachtet

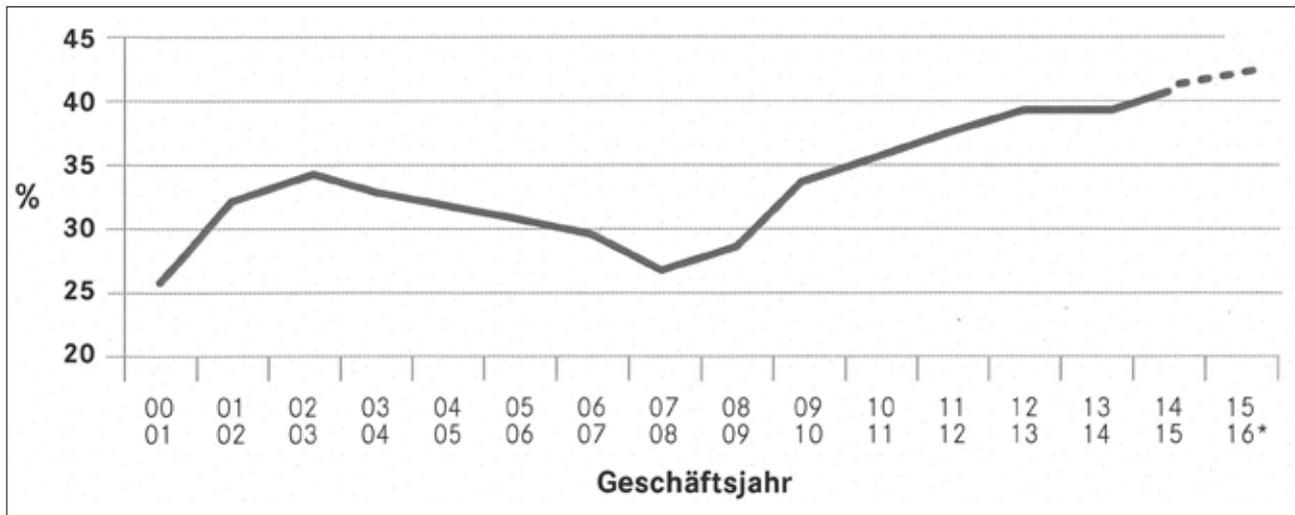


Abbildung 1: Anteil Fleischrassebesamungen bei Schweizer Rindern, Quelle: SWISSGENETICS 2016

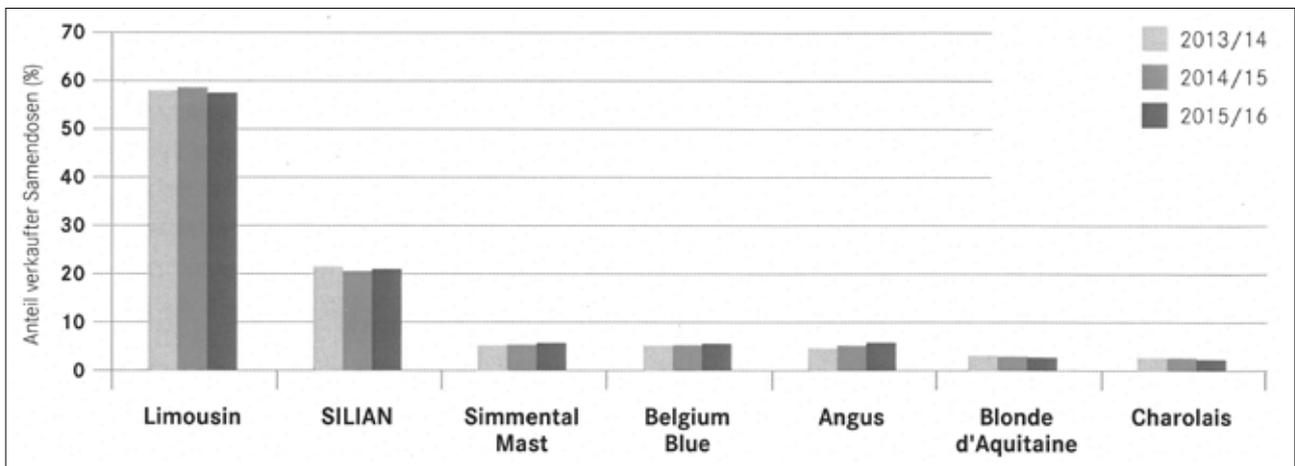


Abbildung 2: Anteil verkaufter Samendosen der sieben wichtigsten Fleischrasen in der Schweiz, Quelle: SWISSGENETICS 2016

wurden dabei Kreuzungen innerhalb der vier Milchrasen sowie Anpaarungen mit den Rassen Angus (AN), Charolais (CH), Limousin (LI), Blonde d'Aquitaine (BA), Weissblaue Belgier (BB), Piemontese (PI), Eringer (Herens, HR) und Montbéliarde (MO).

Schlachttiere werden auf Grund ihres Geschlechts und Alters in die Schlachtkategorien KV (Kälber), JB (Jungvieh), MT (Muni, ungeschauelt), MA (Muni ältere, ab 1 Schaufel), OB (Ochsen, bis max. 4 Schaufeln), RG (Rinder, bis max. 4 Schaufeln), RV (Rinder, ab 5 Schaufeln und Jungkühe, bis max. 4 Schaufeln) und VK (Kühe) eingeteilt (HARDER 2000).

In allen Schlachtkategorien werden die Schlachtkörper nach ihrer Fleischigkeit in die Kategorien C (sehr vollfleischig), H (vollfleischig), T (mittelfleischig), A (leerfleischig) und X (sehr leerfleischig) eingeteilt (CHRISTEN ohne Datum). Unter Fleischigkeit wird die Entwicklung der Muskeln im Verhältnis zum ganzen Tierkörper verstanden. Die Fleischigkeit wird am lebenden oder toten Tier visuell anhand der Muskelausprägung geschätzt (HARDER 2000). Anschliessend wird das Tier einer Fleischigkeitsklasse des CH-TAX-Systems zugeteilt, wobei es innerhalb der Klassen T und X noch weitere Unterteilungen gibt. Die Klasse T+ erfüllt die Anforderungen der Klasse T und zusätzlich auch teilweise der Klasse H. Die Klasse T- liegt zwischen den Klassen T und A. Innerhalb der Klasse X erfolgt nach abnehmender Fleischigkeit die Bezeichnung 1X, 2X oder 3X (CHRISTEN ohne Datum).

Für die Saftigkeit und den Geschmack ist die Marmorierung des Fleisches mit Fettäderchen entscheidend. Diese Marmorierung steht in direktem Zusammenhang mit dem unerwünschten Deckfett, das subkutan eingelagert wird. Eine gute Marmorierung geht mit viel subkutanem Fett einher. Heute wird eine gleichmässig über die Oberflächenmuskulatur verteilte Fettdecke angestrebt. Entsprechend der Fettabdeckung wird ein Schlachtkörper in die Fettgewebeklassen 1 (ungedeckt), 2 (teilweise gedeckt), 3 (gleichmässig gedeckt), 4 (stark gedeckt) und 5 (überfett) eingeteilt (HARDER 2000).

Material und Methoden

Für die Auswertungen wurden von der Tierverkehrsdatenbank (TVD) AG Daten von 601.669 Kreuzungstieren (Milchrasse × Fleischrasse) zur Verfügung gestellt, die in der Periode 2000 bis 2012 geboren wurden und aus einer Kreuzung (Milchrasse × Fleischrasse oder Milchrasse 1 × Milchrasse 2) hervorgingen.

Für die Analysen war lediglich von Interesse, welche Rassen gekreuzt wurden (unabhängig davon, ob die Mutter der Rasse x und der Vater der Rasse y oder die Mutter der Rasse y und der Vater der Rasse x angehört). Folglich gilt bei den Rassen der Eltern: $xy = yx$.

Bei der Rasse Fleckvieh gilt es zu beachten, dass die untersuchte Population sehr heterogen ist. Da im Datensatz ausgesprochen wenig Tiere als Red Holstein eingetragen sind, wird angenommen, dass auch einige Tiere irrtümlicherweise als Fleckvieh eingetragen wurden. Zudem definierte sich Fleckvieh bis 2014 ausschliesslich über eine grosse Spannweite von Blutanteilen verschiedener Rassen (MEIER 2013), was zu einer uneinheitlichen Rasse führte,

die nur schwer zusammengefasst werden kann. Weiter kann, basierend auf den Daten der TVD, bei den Simmentaler Tieren nicht zwischen milch- und fleischbetonten Tieren unterschieden werden, da bei der TVD nur die Rasse nicht aber die Produktionsform erfasst wird.

Im Zentrum der Untersuchung standen die drei Schlachtleistungsmerkmale Fleischigkeit, Fettabdeckung und Schlachtgewicht. Bei den ersten beiden Merkmalen wurden die Häufigkeitsverteilungen der verschiedenen Kreuzungstiere verglichen. Die Schlachtgewichte wurden, für den Vergleich zwischen den Kreuzungstieren, mit gemischten linearen Modellen korrigiert. Gearbeitet wurde dabei mit der Software R und den Paketen nlme (PINHEIRO et al. 2013), lmmfit (MAJ 2013) und car (FOX und WEISBERG 2011). Der Datensatz wurde dabei getrennt nach Schlachtkategorie (MT, OB, RG, RV und KV) analysiert. Die Kategorien MA und VK wurden nicht berücksichtigt, da die Tageszunahmen bei älteren Tieren nicht linear verlaufen (KÜNZI und STRANZINGER 1993). Ebenfalls nicht verwendet wurde die Kategorie JB, da in dieser Kategorie nur wenige Kreuzungstiere vorkommen.

Wie sich das verwendete Modell zusammensetzt, geht aus der *Tabelle 1* hervor. In Abhängigkeit der Schlachtkategorie resultierten damit Bestimmtheitsmasse im Bereich von 48 % (MT), 50 % (KV), 67 % (OB), 74 % (RV) und 75 % (RG, JB).

Da das Geburtsgewicht bei sehr vielen Tieren unbekannt ist und bei der Schlachtung das Lebendgewicht nicht erfasst wird, wurde anstelle des Tageszuwachses der sogenannte Schlachttageszuwachs berechnet:

$$\text{Schlachttageszuwachs} = \frac{\text{Schlachtgewicht}}{\text{Alter bei der Schlachtung}}$$

Der Schlachttageszuwachs wird damit geringfügig überschätzt, da der Schlachtanteil des Geburtsgewichtes nicht vom Schlachtgewicht subtrahiert werden kann. Da dieser Fehler bei allen Rassen gemacht wird, stellt er für den Vergleich der verschiedenen Rassen kein Problem dar.

Für die Berechnung der standardisierten Schlachtgewichte wurden die Effekte aus den linearen Modellen verwendet. Das standardisierte Schlachtgewicht berechnet sich für jedes Tier wie folgt:

$$\text{Standardisiertes Schlachtgewicht} =$$

$$\frac{\text{Schlachtgewicht}}{\text{Alter bei der Schlachtung}} \times \text{Mittleres Alter der Schlachtkategorie} \pm$$

$$\text{Geburtsmonat}_{\text{Korrektur}} \pm \text{Schlachtjahr}_{\text{Korrektur}} \pm \text{Wurfgrösse}_{\text{Korrektur}} \pm$$

$$\text{Zone}_{\text{Korrektur}} \pm \text{Fettgewebe}_{\text{Korrektur}} \pm \text{Fleischigkeit}_{\text{Korrektur}}$$

Da letztlich die rassenbedingten Unterschiede untersucht werden sollen, wird das Schlachtgewicht nach Geburtsmonat, Schlachtjahr, Geschlecht, Wurfgrösse, Zone, Fettgewebe und Fleischigkeit korrigiert, aber nicht nach Rasse. Die Bestimmtheitsmasse der Modelle weisen darauf hin, dass es beim Schlachtgewicht noch weitere Einflussgrössen gibt, die nicht im Modell erfasst werden konnten.

Für den Vergleich der Kreuzungstiere wurde das mittlere standardisierte Schlachtgewicht inkl. 95 % Vertrauensintervall verwendet. Je nach Kreuzung und Fleischigkeitskategorie basieren die beiden Parameter auf 11 bis 90.675 Tieren,

was sich in einem grossen bzw. kleinen Vertrauensintervall widerspiegelt. Bei weniger als 10 Tieren werden die Ergebnisse nicht ausgewiesen.

Ergebnisse und Diskussion

Kreuzungen mit Braunvieh

Für Kreuzungen mit Braunvieh konnten drei Rassen als besonders günstig für das Erreichen hoher Schlachtgewichte und vollfleischiger, gleichmässig abgedeckter Schlachtkörper eingestuft werden. Die Rasse Weissblaue Belgier, bekannt für den Doppellendereffekt (HERD-BOOK-BLANC. BLEU BELGE ohne Datum), weist in Kreuzung mit Braunvieh in den Schlachtkategorien KV und MT sehr gute

Schlachtgewichte auf (Tabelle 2). In den Schlachtkategorien OB, RG und RV, deren Tiere in der Regel extensiv gehalten werden (MLR ohne Datum), schneidet die Kreuzung nur mittelmässig ab. Über alle Schlachtkategorien weist sie jedoch die mit Abstand beste Fleischigkeit auf, auch wenn die Schlachtkörper tendenziell nur teilweise gedeckt sind (Abbildung 3 und Abbildung 4).

Weitere zur Kreuzung mit Braunvieh gut geeignete Rassen sind Blonde d'Aquitaine und Charolais. Sie haben im Gegensatz zu Weissblauen Belgiern eine breitere Eignung, denn sie zeigen in allen Schlachtkategorien sehr gute Schlachtgewichte. Auch die Fleischigkeit ist gesamthaft gut, wenn auch nicht zu vergleichen mit Weissblauen Belgiern. Bei der Fettabdeckung überzeugt Blonde d'Aquitaine mehr

als die beiden anderen Rassen. PETRICH et al. (2010) zeigten in ihrer Untersuchung mit slowenischem Braunvieh ähnliche Resultate. Sie verglichen Kreuzungen mit Weissblauen Belgiern, Charolais und Limousin miteinander. Dabei wiesen die Kreuzungen mit Weissblauen Belgiern bei Kälbern die höchsten Schlachtgewichte auf, während bei Munis die Kreuzung mit Charolais besser abschnitt. Sowohl bei Kälbern wie Munis waren die Kreuzungen mit Weissblauen Belgiern vollfleischiger, wiesen aber auch eine geringere Fettabdeckung auf.

Für das Erzielen hoher Schlachtgewichte und vollfleischiger Tiere ungeeignet sind die Kreuzungen von Braunvieh mit Eringern und Angus. In allen Schlachtkategorien zeigen sie tiefe bis mittelmässige Schlachtgewichte. Zudem schneiden die Kreuzungstiere bei der Fleischigkeit nur mittelmässig ab. Kreuzungen mit den milchbetonten Rassen Fleckvieh und Holstein Friesian weisen aber eine noch schlechtere Fleischigkeit auf. Bezüglich des Schlachtgewichts können sie am ehesten in der Kategorie KV mit den Fleischrassen mithalten. Dabei zeigt sich, dass Kreuzungstiere mit Holstein Friesian etwas höhere Schlachtgewichte erzielen, zugleich aber auch deutlich leerfleischiger sind.

Kreuzungen mit Fleckvieh

Beim Fleckvieh konnten zwei Kreuzungen ausgemacht werden, die in allen Schlachtkategorien hohe Standardschlachtgewichte, sehr gute Fleischigkeiten und gute Fettabdeckung aufweisen (Tabelle 2, Abbildung 5 und Abbildung 6). Die Rassen Blonde d'Aquitaine

Tabelle 1: Modellgleichung und Stufen der Kovariablen der linearen Modelle

$Y_{ijklmnopqr}$	$= u + a_i + \text{Geschlecht}_j^1 + \text{Geburtsmonat}_k + \text{Wurfgrösse}_l + \text{Schlachtjahr}_m + \text{Rasse}_n + \text{Zone}_o + \text{Alter bei der Schlachtung}_p + \text{Fettgewebe}_q + \text{Fleischigkeit}_r + \text{Rest}_{ijklmnopqr}$
wobei	
$Y_{ijklmnop}$	Schlachtgewicht
u	Gesamtdurchschnitt des Merkmals in der untersuchten Population
a_i	Einfluss des Betriebes - zufällig $\rightarrow i$ je nach Kategorie = 1 – 1.476 bzw. 1 – 24.367
Geschlecht _j ¹	Einfluss des Geschlechts - fix $\rightarrow j = 1 - 3$ wobei 1 = männlich 2 = weiblich 3 = kastriert
Geburtsmonat _k	Einfluss des Geburtsmonates - fix $\rightarrow k = 1 - 12$ wobei (1 = Januar, ..., 12 = Dezember)
Wurfgrösse _l	Einfluss der Wurfgrösse - fix $\rightarrow l = 1 - 2$ wobei 1 = Einlingsgeburt 2 = Mehrlingsgeburt (Zwillings- und Drillingsgeburten)
Schlachtjahr _m	Einfluss der Schlachtjahre - fix $\rightarrow m = 1 - 12$ wobei (1 = 2002, ..., 12 = 2013)
Rasse _n	Einfluss der Rasse - fix $\rightarrow n = 1 - 32$ wobei (1 = BR \times AN, ..., 32 = SI \times LI)
Zone _o	Einfluss der Zone - fix $\rightarrow o = 1 - 7$ wobei 1 = Talzone 2 = Übergangszone 3 = Voralpine Hügelizeone 4 = Bergzone 1 5 = Bergzone 2 6 = Bergzone 3 7 = Bergzone 4
Alter bei der Schlachtung _p	Einfluss des individuellen Alters bei der Schlachtung - kontinuierlich
Fettgewebe _q	Einfluss des Fettgewebes - fix $\rightarrow q$ je nach Kategorie = 1 - 4 bzw. 1 - 5
Fleischigkeit _r	Einfluss der Fleischigkeit - fix $\rightarrow r$ je nach Kategorie = 1 - 9 wobei 1 = 1X 2 = 2X 3 = 3X 4 = A 5 = C 6 = H 7 = T 8 = T- 9 = T+
Rest _{ijklmnopqr}	Resteffekt - zufällig

¹ In den Modellen der Kategorien MT, OB, RG und RV kommt die Kovariable Geschlecht nicht vor, da in diesen Kategorien nur männliche, weibliche bzw. kastrierte Tiere vorkommen.

und Charolais überzeugen in allen drei Bereichen der Fleischleistung. Blonde d'Aquitaine eignet sich vor allem in den Kategorien KV und MT um hohe Schlachtgewichte zu erreichen, während Charolais in den Kategorien OB und RG besser abschneidet. Tiere dieser Kategorien werden in der Regel extensiver gefüttert als Tiere der Kategorien KV und MT (MLR ohne Datum). Weitere Untersuchungen zur Mastleistung der beiden Kreuzungen in extensiver und intensiver Haltung könnten hier Klarheit bringen, denn sowohl Blonde d'Aquitaine wie auch Charolais gelten als geeignet für extensive Haltung (CONVIS s.c. ohne Datum, BUNDESVERBAND BLONDE D'AQUITAINE ohne Datum). Ohne Berücksichtigung der Haltungsform und der Schlachtkategorie weisen beide Rassen in Kreuzung mit Fleckvieh sehr gute Fleischigkeiten und gute Fettabdeckung der Schlachtkörper auf. Bei der Fleischigkeit garantieren Kreuzungen mit Weissblauen Belgiern Spitzenergebnisse, können aber weder mit hohen Schlachtgewichten noch mit guter Fettabdeckung überzeugen. Auch wenig überzeugend sind Kreuzungen mit Eringern und Angus. Zu tiefen Schlachtgewichten kommen mittelmässige Fleischigkeiten und bei Angus auch tendenziell eine zu starke Fettabdeckung hinzu.

Kreuzungen von Fleckvieh mit den weniger fleischbetonten Rassen Braunvieh, Holstein Friesian, Montbéliarde und Simmental können nicht mit den Fleischrassen mithalten. Die besten Schlachtgewichte wurden mit diesen Kreuzungen in der Schlachtkategorie KV erzielt. Braunvieh weist auch gute Ergebnisse in der Kategorie RG auf. Simmental als ausgeprägte Zweinutzungsrasse zeigt in Kreuzung mit Fleckvieh dabei tendenziell höhere Schlachtgewichte.

KÖGEL et al. (2000a und b und 2001a und b zitiert in FÜRST-WALTL (2005)) verglichen die Kreuzungen von Deutschem Fleckvieh mit Deutsch Angus, Weissblauen Belgiern, Blonde d'Aquitaine, Charolais, Limousin und Piemontesern. Dabei konnten die vollfleischigsten Tiere ebenfalls in der Kreuzung von Fleckvieh mit Weissblauen Belgiern beobachtet werden, gefolgt von Kreuzungen mit Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin. Dies entspricht der gleichen Reihenfolge wie in der vorliegenden Untersuchung. Schlachtgewicht und Fettabdeckung wurden nicht untersucht, doch in den Tageszunahmen zeigten sich Kreuzungen von Fleckvieh mit Charolais und Blonde d'Aquitaine als führend.

Kreuzungen mit Holstein Friesian

Von den untersuchten Kreuzungen mit Holstein Friesian erwiesen sich zwei als besonders geeignet zur Produktion von schweren, fleischigen Schlachtkörpern mit gleichmässiger Fettabdeckung. Sowohl in den Kategorien KV und MT wie auch in den Kategorien OB und RG fielen die Kreuzungen von Holstein Friesian mit Blonde d'Aquitaine und Charolais durch hohe Standardschlachtgewichte auf (Tabelle 2, Abbildung 7 und Abbildung 8). Beide Kreuzungen zeigen gute Fleischigkeiten, wenn auch nicht so gute wie Kreuzungen mit Weissblauen Belgiern. Tendenziell sind Tiere aus der Kreuzung mit Charolais etwas vollfleischiger als Kreuzungen mit Blonde d'Aquitaine. Die Schlachtkörper sind eher mit wenig Fett abgedeckt, wobei die Kreuzung mit Charolais etwas gleichmässiger gedeckt ist. Kreuzungen mit Simmental überzeugen bezüglich der Fettabdeckung und

Tabelle 2: Mittlere standardisierte Schlachtgewichte nach Kreuzung (kg)

Kategorie	Rasse Vater/Mutter	Rasse Vater/Mutter											
		Angus	Charolais	Limousin	Blonde d'Aquitaine	Weissblaue Belgier	Piemontese	Fleckvieh	Holstein	Simmental	Braunvieh	Eringer	Montbéliarde
		Mittleres standardisiertes Schlachtgewicht ± 95% Fehlergrenze (kg)											
KV	Braunvieh	78.75 ^a ± 0.58	88.67 ^{ab} ± 0.51	80.37 ^a ± 0.13	96.09 ^b ± 0.45	89.06 ^{ab} ± 0.70	86.32 ^a ± 0.94	87.38 ^{ab} ± 0.46	88.18 ^{ab} ± 0.65	87.93 ^{ab} ± 0.34	-	68.18 ^a ± 1.23	-
	Fleckvieh	77.22 ^a ± 0.59	86.01 ^a ± 0.71	78.61 ^a ± 0.15	93.48 ^b ± 0.70	85.54 ^{ab} ± 0.93	83.93 ^a ± 0.77	-	86.50 ^{ab} ± 0.50	86.57 ^{ab} ± 0.66	87.38 ^{ab} ± 0.46	69.83 ^a ± 0.97	89.95 ^b ± 2.23
	Simmental	78.82 ^a ± 0.81	87.91 ^{af} ± 0.83	81.11 ^a ± 0.24	95.34 ^b ± 0.82	85.42 ^{ab} ± 1.29	86.11 ^{ab} ± 1.14	86.57 ^{ab} ± 0.66	-	89.49 ^a ± 0.71	-	88.18 ^{ab} ± 0.65	-
MT	Braunvieh	194.69 ^a ± 1.43	198.68 ^a ± 1.33	189.50 ^a ± 0.33	206.97 ^b ± 1.24	204.72 ^b ± 1.96	194.22 ^{ab} ± 2.64	195.15 ^a ± 1.23	197.68 ^{ab} ± 2.05	197.64 ^{af} ± 0.78	197.64 ^{af} ± 0.78	168.23 ^a ± 4.32	-
	Fleckvieh	184.83 ^a ± 1.27	198.38 ^{ab} ± 1.56	187.07 ^a ± 0.30	204.20 ^b ± 1.43	197.82 ^b ± 2.12	198.01 ^{ab} ± 1.63	-	190.68 ^{ab} ± 1.84	195.90 ^{ab} ± 1.26	195.90 ^{ab} ± 1.26	168.79 ^a ± 2.67	194.74 ^{ab} ± 3.41
	Simmental	189.41 ^a ± 1.92	201.69 ^{ab} ± 1.73	189.39 ^a ± 0.52	208.83 ^b ± 2.04	194.12 ^b ± 2.66	199.29 ^{ab} ± 2.37	195.90 ^{ab} ± 1.26	-	204.14 ^b ± 1.59	204.14 ^b ± 1.59	-	-
OB	Braunvieh	171.56 ^a ± 2.67	187.89 ^a ± 2.39	175.47 ^a ± 0.79	175.79 ^{ab} ± 4.17	167.60 ^{ab} ± 6.21	184.92 ^{ab} ± 7.20	155.68 ^{cd} ± 5.39	144.66 ^c ± 9.55	159.60 ^{ab} ± 3.97	159.60 ^{ab} ± 3.97	164.28 ^{ab} ± 11.73	-
	Fleckvieh	170.05 ^a ± 3.12	193.60 ^a ± 3.03	174.82 ^a ± 0.65	182.45 ^b ± 4.80	143.17 ^{bc} ± 9.03	157.57 ^b ± 6.83	135.87 ^c ± 7.72	135.87 ^c ± 7.72	177.12 ^{ab} ± 5.11	177.12 ^{ab} ± 5.11	132.05 ^{ab} ± 9.96	109.51 ^c ± 13.15
	Simmental	161.83 ^{ab} ± 8.45	170.84 ^a ± 5.69	160.01 ^a ± 2.56	152.83 ^{ab} ± 9.13	138.70 ^{cd} ± 10.20	139.54 ^{cd} ± 10.75	177.12 ^{ab} ± 5.11	-	148.83 ^b ± 9.63	148.83 ^b ± 9.63	144.66 ^{cd} ± 9.55	-
RG	Braunvieh	160.34 ^a ± 2.79	172.54 ^a ± 2.44	158.84 ^a ± 0.74	158.47 ^a ± 3.12	141.32 ^a ± 4.15	152.64 ^a ± 6.88	135.36 ^{cd} ± 3.42	125.43 ^d ± 5.26	133.50 ^{cd} ± 2.16	133.50 ^{cd} ± 2.16	131.68 ^{cd} ± 12.58	-
	Fleckvieh	141.91 ^{ab} ± 2.51	168.44 ^a ± 2.75	142.53 ^a ± 0.69	154.12 ^b ± 3.36	123.01 ^{bc} ± 4.18	128.33 ^b ± 3.72	118.50 ^d ± 3.90	118.50 ^d ± 3.90	138.18 ^{ab} ± 3.69	138.18 ^{ab} ± 3.69	97.91 ^e ± 4.97	92.70 ^e ± 8.39
	Simmental	126.92 ^{ab} ± 4.86	145.47 ^a ± 3.43	132.48 ^a ± 1.35	138.05 ^{ab} ± 4.72	124.99 ^{ab} ± 5.69	114.97 ^a ± 4.80	138.18 ^{ab} ± 3.69	-	128.56 ^c ± 4.32	128.56 ^c ± 4.32	-	-
RV	Braunvieh	175.89 ^a ± 21.67	191.10 ^{ab} ± 33.84	160.59 ^a ± 6.05	179.93 ^{ab} ± 34.14	-	-	186.30 ^a ± 8.92	190.21 ^a ± 14.66	181.19 ^a ± 13.96	181.19 ^a ± 13.96	-	-
	Fleckvieh	170.05 ^a ± 17.16	169.32 ^{ab} ± 19.22	172.61 ^a ± 5.84	181.65 ^{ab} ± 17.93	-	178.04 ^{ab} ± 27.55	189.65 ^a ± 6.19	189.65 ^a ± 6.19	177.26 ^{ab} ± 8.70	177.26 ^{ab} ± 8.70	170.97 ^{ab} ± 34.42	178.45 ^{ab} ± 16.55
	Simmental	159.92 ^a ± 33.37	-	177.07 ^a ± 11.38	-	-	184.30 ^a ± 29.76	177.26 ^{ab} ± 8.70	177.26 ^{ab} ± 8.70	179.39 ^a ± 15.61	179.39 ^a ± 15.61	-	-

Die Hochbuchstaben stehen für signifikante Unterschiede (p<0,05)

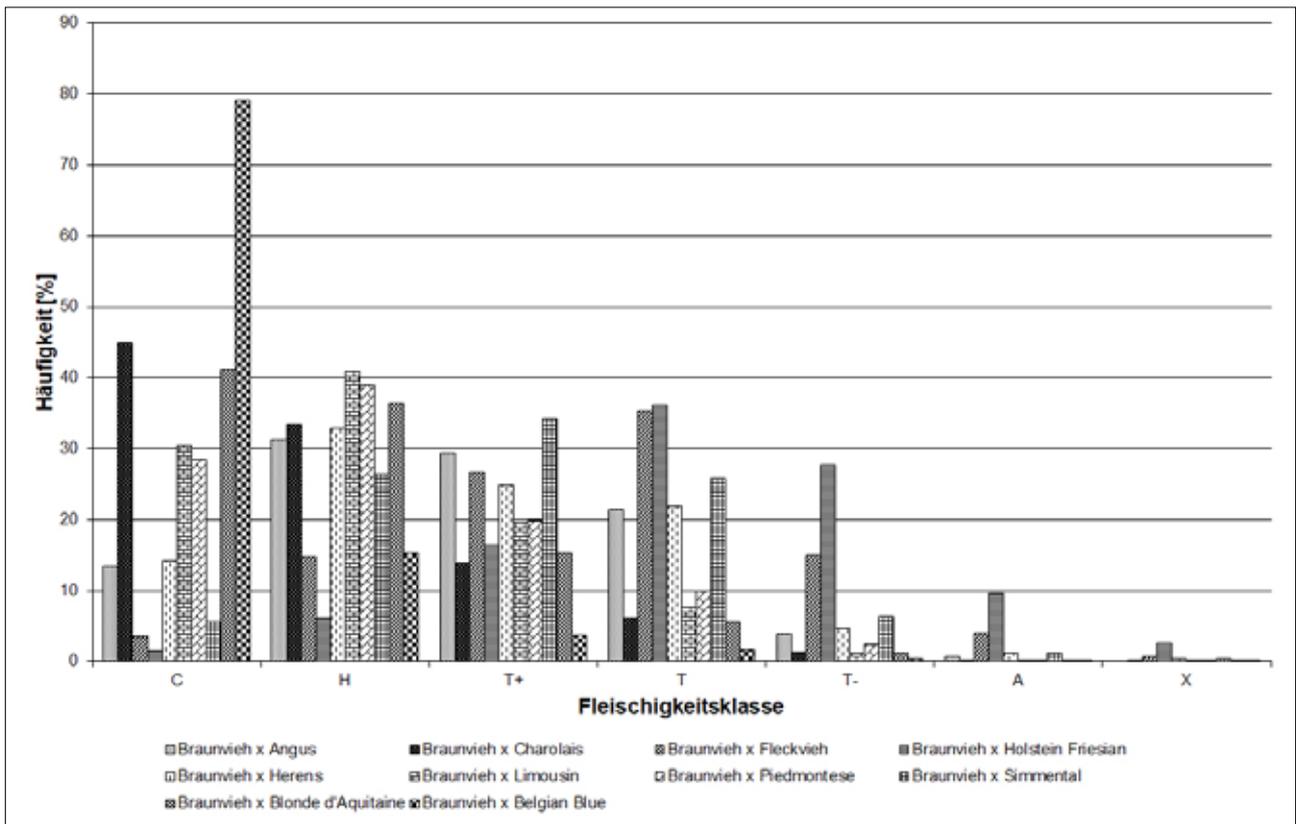


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Fleischigkeitskategorien über alle Schlachtkategorien der Brauvieh Kreuzungstiere

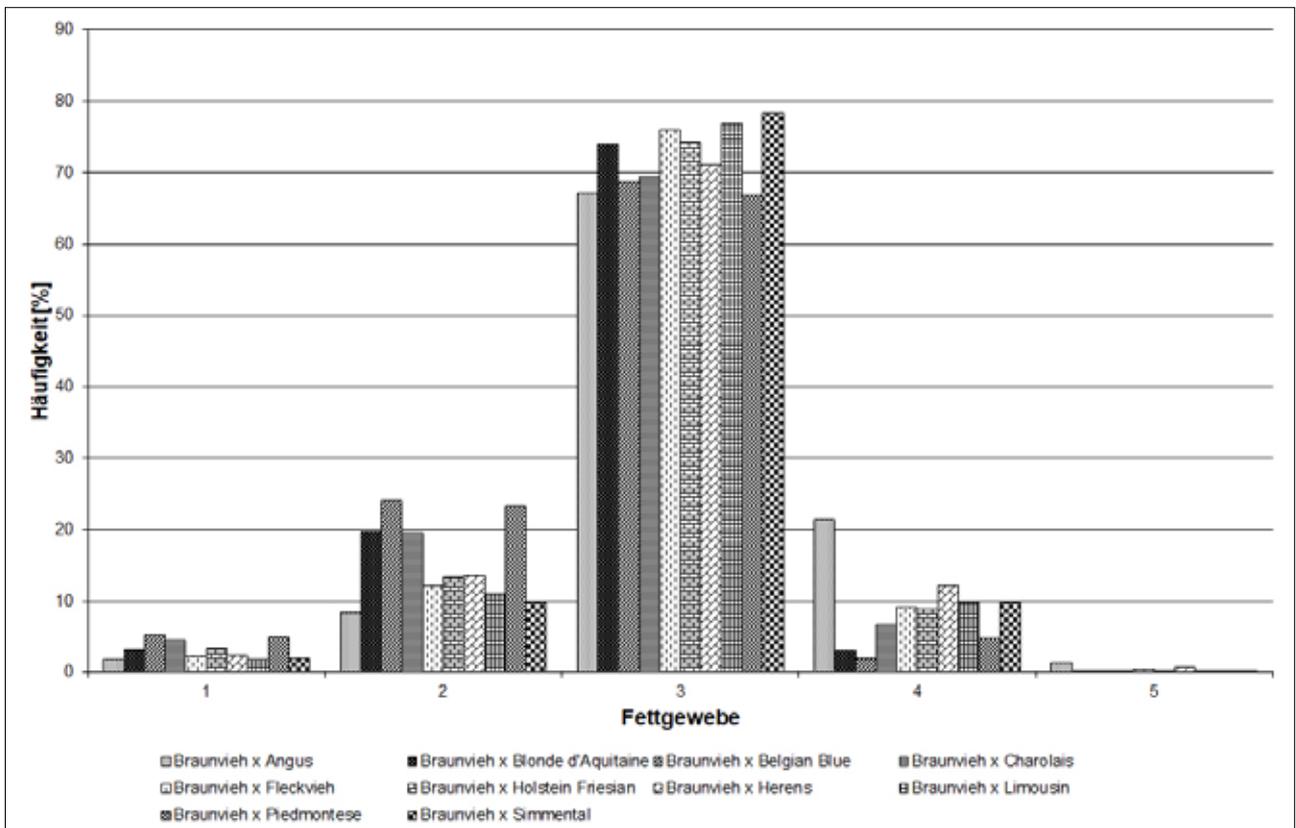


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Fettdeckung über alle Schlachtkategorien der Brauvieh Kreuzungstiere

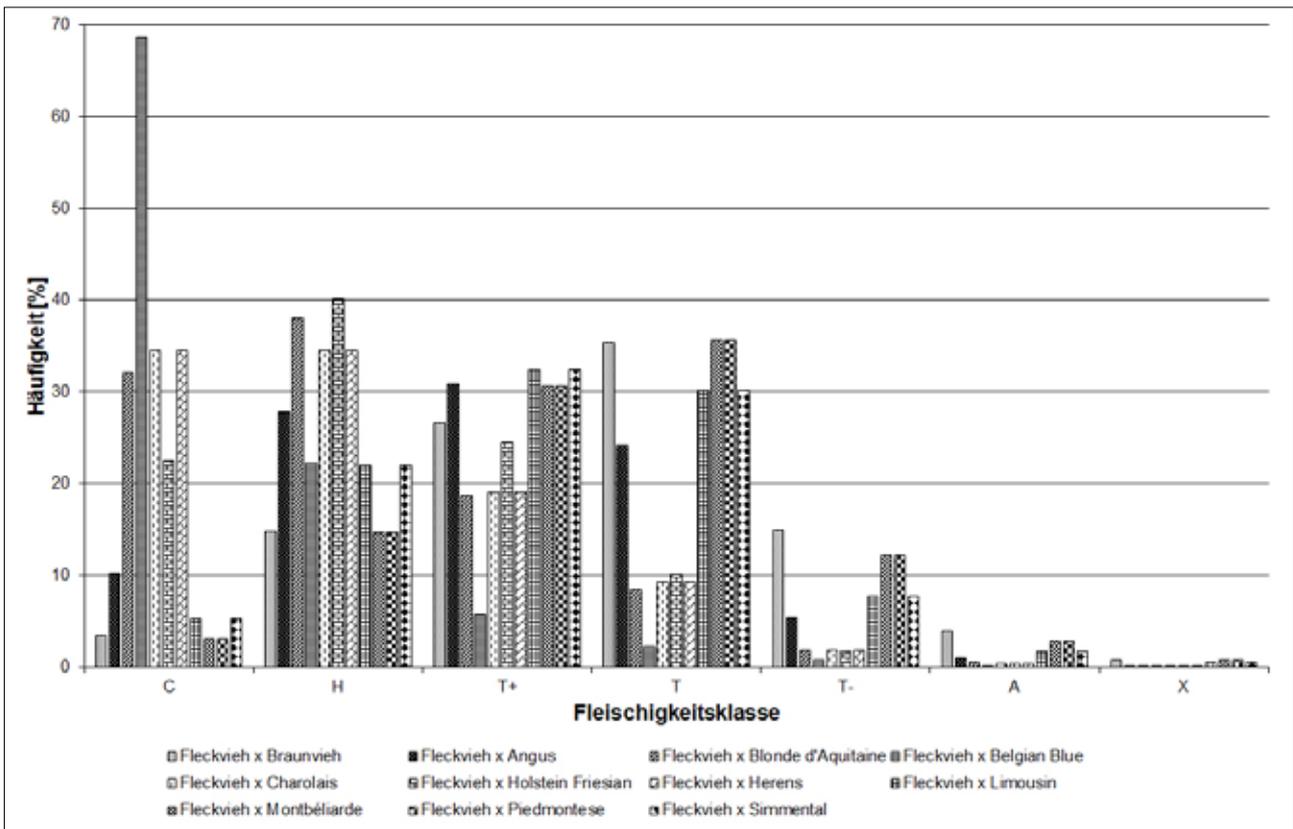


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Fleischigkeitskategorien über alle Schlachtkategorien der Fleckvieh Kreuzungstiere

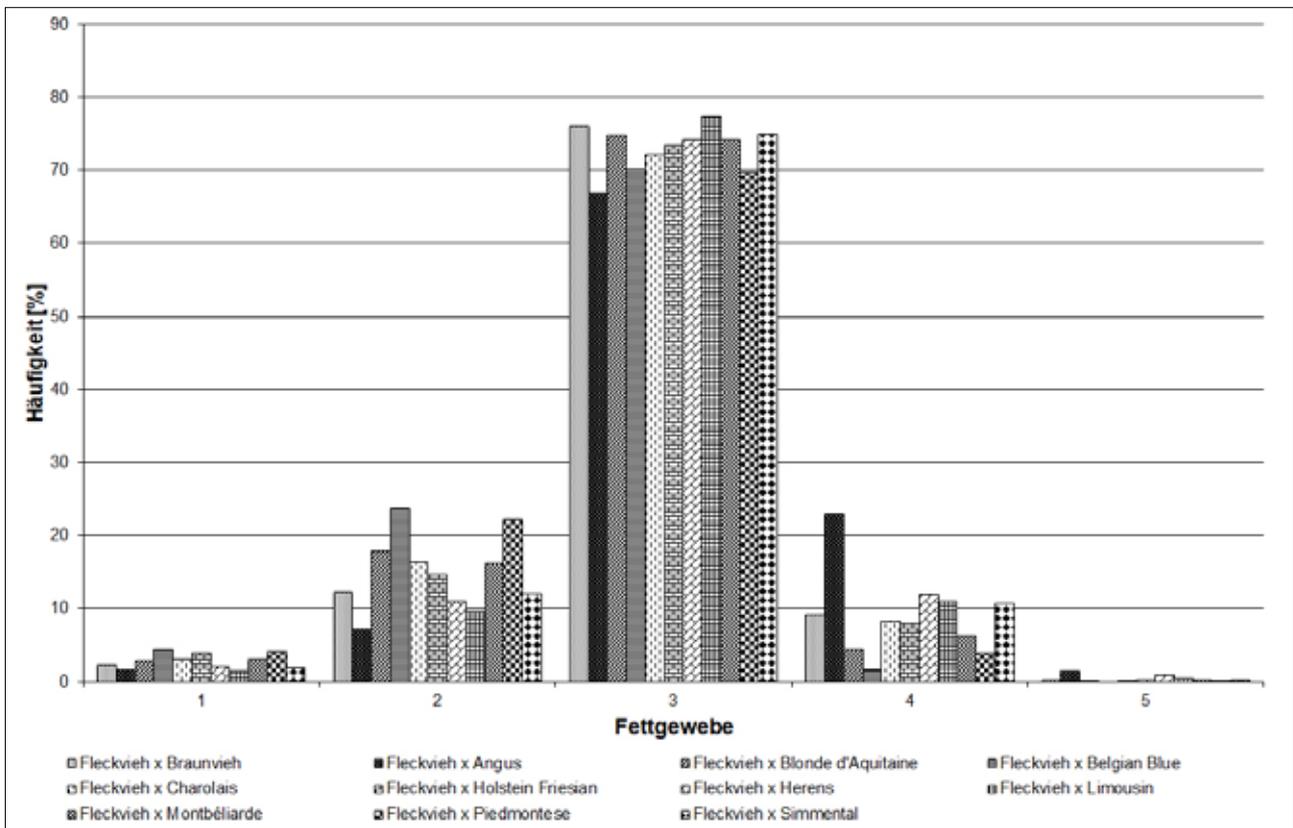


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der Fettabdeckung über alle Schlachtkategorien der Fleckvieh Kreuzungstiere

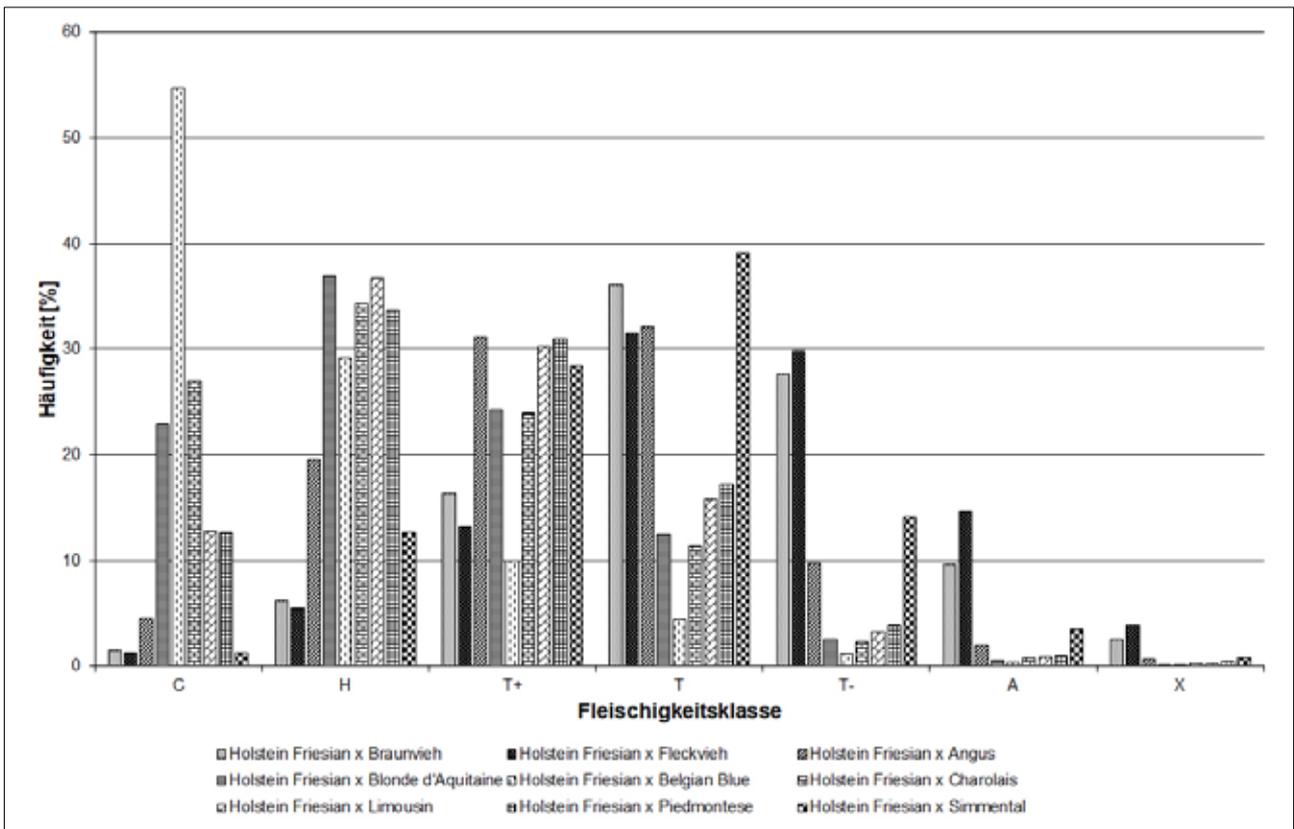


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Fleischigkeitskategorien über alle Schlachtkategorien der Holstein Friesian Kreuzungstiere

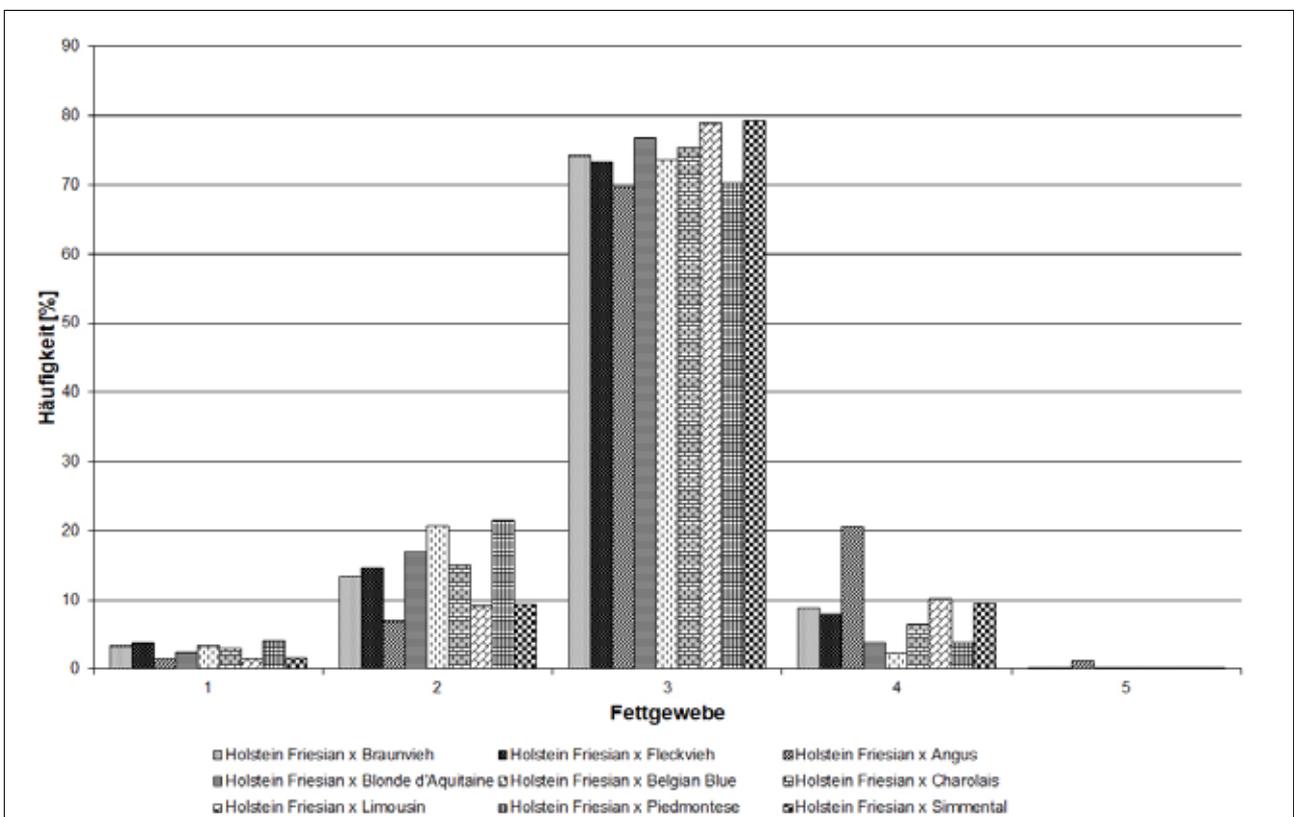


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Fettabdeckung über alle Schlachtkategorien der Holstein Friesian Kreuzungstiere

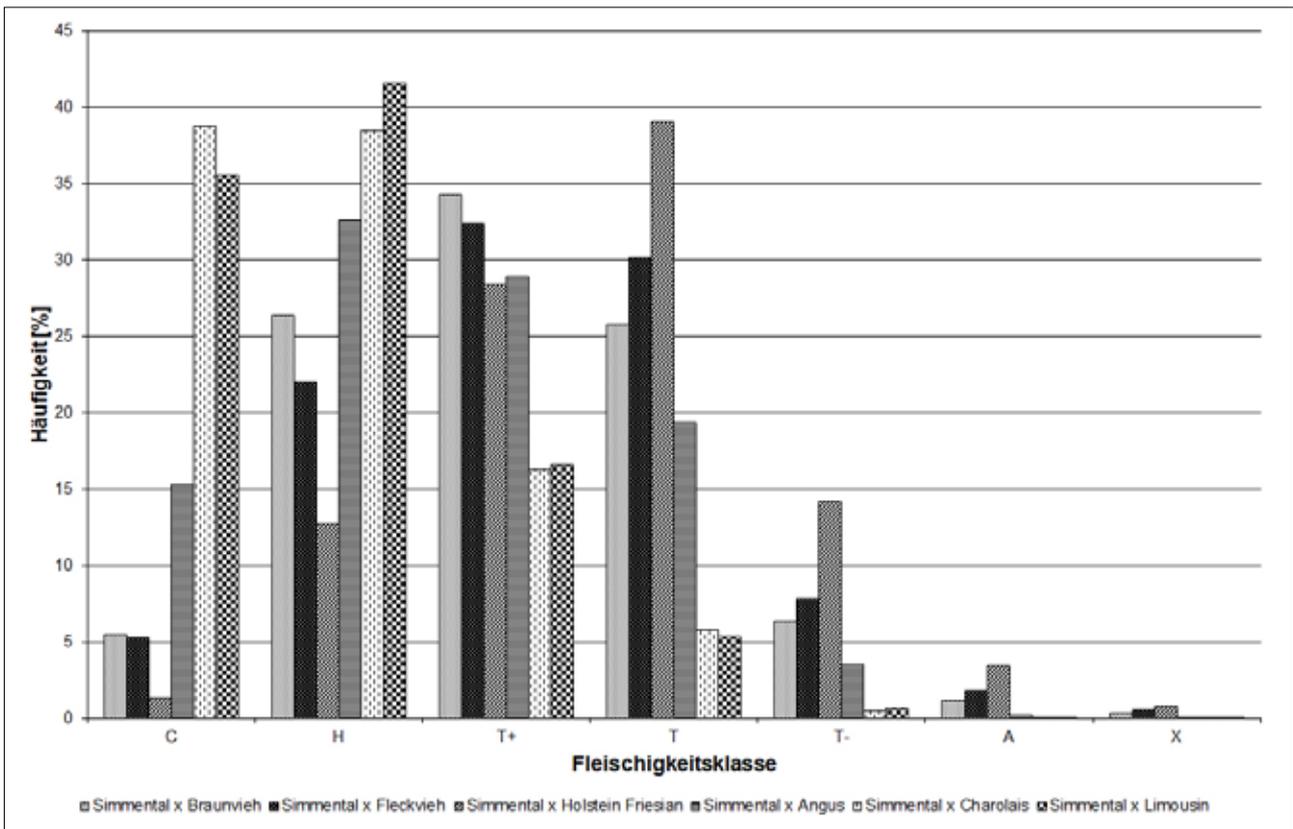


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der Fleischigkeitskategorien über alle Schlachtkategorien der Simmental Kreuzungstiere

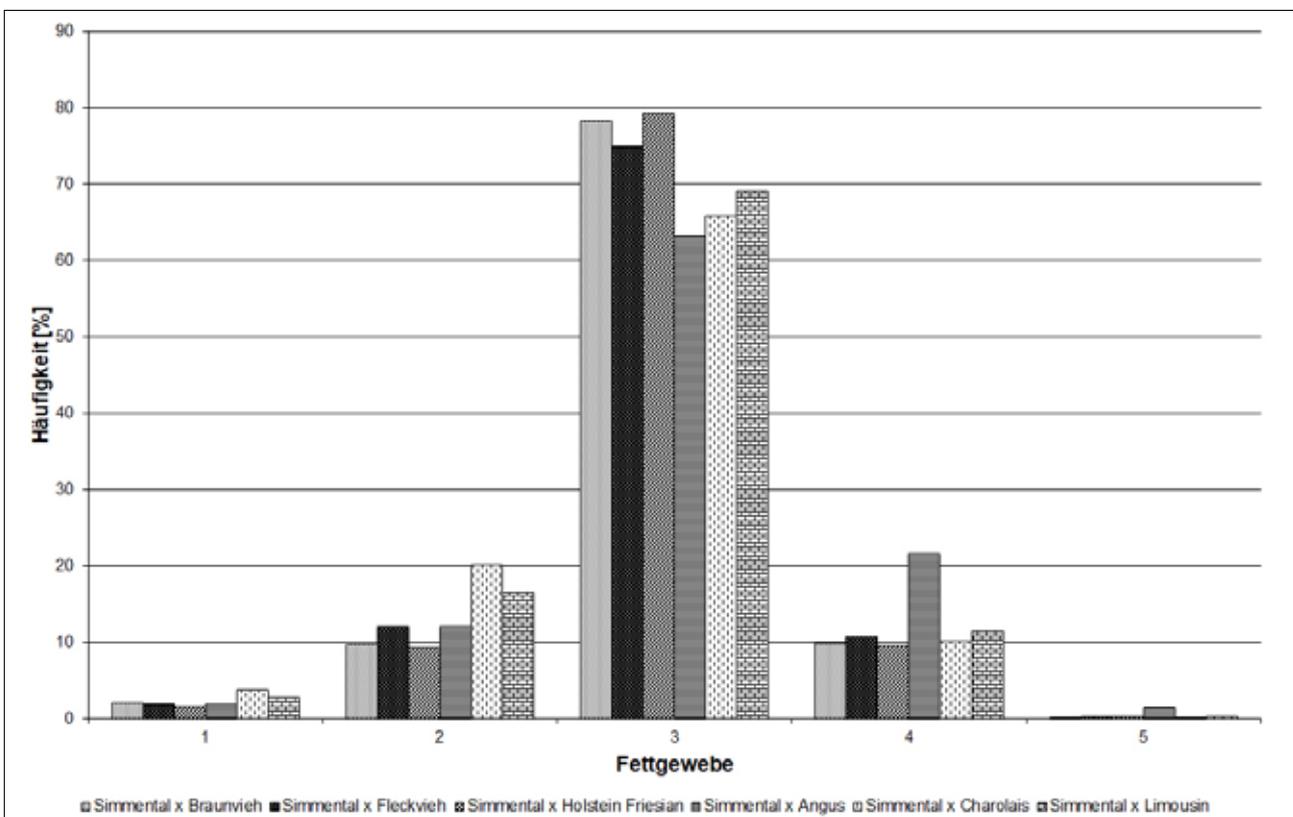


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der Fettabdeckung über alle Schlachtkategorien der Simmental Kreuzungstiere

können auch in den Schlachtkategorien KV und MT mit Charolais vergleichbare Schlachtgewichte erreichen, weisen jedoch durch den Zweinutzungscharakter von Simmental eine schlechtere Fleischigkeit auf.

HUUSKONEN et al. (2013) kommen zu ähnlichen Resultaten. Bei den finnischen Kreuzungsrindern wiesen Kreuzungen mit Charolais die höchsten Schlachtgewichte auf, gefolgt von Blonde d'Aquitaine. Die Schlachtkörper der Kreuzung mit Blonde d'Aquitaine zeigten die beste Fleischigkeit, zugleich aber auch die geringste Fettabdeckung. Weitere Übereinstimmungen ergaben sich bei der Kreuzung mit Angus. HUUSKONEN et al. (2013) zeigen, dass die Kreuzungen mit Angus tiefe Schlachtgewichte und stark gedeckte Schlachtkörper hervorbringt. Dies bestätigen die Resultate, die für Kreuzungen mit Angus in den Kategorien KV und MT jeweils die tiefsten Standardschlachtgewichte zeigen und über sämtliche Schlachtkategorien jedes fünfte Tier als stark gedeckt ausweisen.

Kreuzungen mit Simmental

Bei den Kreuzungen mit Simmentaler Tieren zeigte sich, dass die Tiere aus der Anpaarung von Simmental mit den milchbetonten Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian gut für die Produktion von Bankkälbern geeignet sind (Tabelle 2, Abbildung 9 und Abbildung 10). In der Kategorie KV schneiden diese Kreuzungen signifikant besser ab als Kreuzungen mit Fleischerassen und weisen gesamthaft die idealere Fettabdeckung auf. In den übrigen Kategorien sind jeweils eine oder mehrere Kreuzungen mit Mastrassen überlegen. Daraus lässt sich schliessen, dass Tiere aus Kreuzungen von Simmental mit Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian mit Vorteil in der Bankkälberproduktion eingesetzt werden, während die Kreuzungen mit Fleischerassen eher für die Bankviehproduktion geeignet sind.

Von den drei Fleischerassen Angus, Charolais und Limousin eignet sich Charolais am besten, um in Kreuzungen mit Simmental gute Schlachtgewichte und Schlachtkörpermerkmale zu erreichen. In den Bankviehkategorien MT, OB und RG weist diese Kreuzung jeweils das signifikant höchste Standardschlachtgewicht und über alle Schlachtkategorien auch die beste Fleischigkeit auf. Reine Charolais-Tiere weisen tendenziell eher wenig Fettabdeckung auf (CONVIS s.c. ohne Datum), was sich auch in den Kreuzungen mit Simmental bemerkbar macht. Die Schlachtkörper sind weniger gut abgedeckt als bei Kreuzungen mit den untersuchten Milchrassen und Limousin und weisen einen leicht erhöhten Anteil an Fettklasse 2 auf. In den Kategorien MT, OB und RG zeigt hinter Charolais jeweils Limousin als Kreuzungspartner die höchsten Standardschlachtgewichte und kann ebenfalls durch gesamthaft sehr gute Fleischigkeit überzeugen. Die Fettabdeckung der Schlachtkörper ist tendenziell besser bei Kreuzungen mit Limousin. Kreuzungen mit Angus sind über alle Schlachtkategorien weder im erreichten Standardschlachtgewicht noch in der Fleischigkeit oder dem Fettgewebe herausragend.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh, Holstein Friesian und Simmental jeweils Anpaarungspartner gefunden werden konnten, die

für das Erreichen hoher Schlachtgewichte, vollfleischiger und gleichmässig mit Fett gedeckter Schlachtkörper geeignet sind. Für Braunvieh zeigen sich die Rassen Blonde d'Aquitaine und Charolais in allen Schlachtkategorien gut geeignet als Kreuzungspartner. In der Kälber- und Munimast zeichnet sich auch die Rasse Weissblaue Belgier durch hohe Schlachtgewichte und hervorragende Fleischigkeit aus. In Kreuzungen mit Fleckvieh und Holstein Friesian weisen Blonde d'Aquitaine und Charolais gute Resultate in allen Schlachtkategorien auf. Kreuzungen von Fleckvieh mit Montbéliarde eignen sich besonders in der Kälber- und Munimast. In Kreuzungen mit Simmental zeigen die milchbetonten Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian eine gute Eignung zur Kälbermast. Für Muni-, Ochsen- und Rindermast ist für die Rasse Simmental eine Kreuzung mit Charolais zu empfehlen.

Die Empfehlungen der verschiedenen Rassen zur Kreuzung beziehen sich ausschliesslich auf die Eignung zum Erreichen hoher Schlachtgewichte und vollfleischiger, gleichmässig mit Fett gedeckter Schlachtkörper. Weitere Faktoren wie Leichtkalbigkeit, Robustheit oder Eignung zur extensiven Mast, die bei der Anpaarung ebenfalls berücksichtigt werden müssen, konnten nicht in die Untersuchung miteinbezogen werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde die Heterogenität der Rassen Fleckvieh und Simmental.

Literatur

- AASS, L. und O. VANGEN, 1998: Carcass and meat quality characteristics of young bulls of Norwegian cattle and crossbreeds with Angus, Hereford and Charolais. Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci. 48, 65-75.
- AGRIDEA, 2017: Wertschöpfungskette Rindfleisch. Zugang: https://agridea.abacuscity.ch/abauserimage/Agridea_2_Free/3116_3_D.pdf?xet=1537935283866 [15.01.2019].
- BUNDESVERBAND BLONDE D'AQUITAINE, ohne Datum: Blonde d'Aquitaine. Zugang: <http://www.blonde-d-aquitaine-deutschland.de/INdex2.htm> [11.05.2014].
- CHRISTEN, P., ohne Datum: Der Klassifizierungsdienst von Proviande – eine wichtige Dienstleistung für die Schweizer Fleischbranche. Proviande. Zugang: http://www.schweizerfleisch.ch/fileadmin/dokumente/downloads/ernaehrung/fleischinfo/2006/fi_2006_01_de.pdf [28.05.2014].
- CONVIS s.c., ohne Datum: Herdbooks. Beschreibung der Rassen. Zugang: <http://www.convis.lu/abteilung/fleischrinder/zucht/herdbooks.html#c456> [11.05.2014].
- DAMON, R., R. CROWN, C. SINGLETARY und S. McCRAINE, 1960: Carcass characteristics of pure-bred and crossbred beef steers in the gulf coast region. J. Anim. Sci. 19, 820-844.
- FOX, J. und S. WEISBERG, 2011: An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. Zugang: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/~jfox/Books/Companion/> [07.08.2013].
- FÜRST, C., 2005: Auswirkungen der Kreuzung auf die Zuchtwertschätzung. In: Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter (Hrsg.). Kreuzungszucht und Heterosis. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR Salzburg, 2005. Wien, 19-26. Zugang: <http://cgi.zar.at/download/Seminar2005.pdf> [19.05.2014].
- FÜRST-WALTL, B., 2005: Kreuzungszucht bei Fleischerindern. In: Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter (Hrsg.). Kreuzungszucht und Heterosis. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR Salzburg, 2005. Börsedruck Ges.m.b.H, Wien, S. 19-26. Zugang: <http://cgi.zar.at/download/Seminar2005.pdf> [24.05.2014].

- HARDER, M., 2000: Tierzucht. Rindviehhaltung. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen, 380 S.
- HERD-BOOK BLANC-BLEU BELGE, ohne Datum: The Belgian Blue Breed. 17 S. Zugang: http://www.hbbbb.org/~bbi/pdf/brochure_an.pdf [11.05.2014].
- HUUSKONEN, A., M. PESONEN, H. KÄMÄRÄINEN und R. KAUPINEN, 2013: A comparison of growth and carcass traits between dairy and dairy × beef breed crossbred heifers reared for beef production. *J. Anim. Feed Sci.* 22, 188-196.
- KÖGEL, J., M. PICKL, B. SPANN, N. MEHLER, H. ECKHART, P. EDELMANN, J. DUDA und G. RÖHRMOSER, 2000a: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. 1. Mitteilung: Abkalbverhalten und Mastleistung. *Züchtungskunde* 72, 102-119.
- KÖGEL, J., PICKL M., ROTT J., W. HOLLWICH, R. SARREITER und N. MEHLER, 2000b: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde* 72, 201-216.
- KÖGEL, J., M. PICKL, R. SARREITER und N. MEHLER, 2001a: Kreuzungsversuch mit Piemontesern, Deutschen Angus und Weiß-blauen Belgiern auf Fleckvieh-Kühe. 1. Mitteilung: Abkalbverhalten und Mastleistung. *Züchtungskunde* 73, 96-109.
- KÖGEL, J., M. PICKL, J. ROTT und W. HOLLWICH, 2001b: Kreuzungsversuch mit Piemontesern, Deutschen Angus und Weiss-blauen Belgiern auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. *Züchtungskunde* 73, 204-214.
- KÜNZI, N. und G. STRANZINGER, 1993: Allgemeine Tierzucht. Uni-Taschenbücher 1649, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MAJ, A., 2013: lmmfit: Goodness-of-fit-measures for linear mixed models with one-level-grouping. R package version 1.0.
- MEIER, S., 2013: Rasse Swiss Fleckvieh als Ziel. *Schweizer Bauer*, 17.03.2014. Zugang: <http://www.schweizerbauer.ch/tiere/milchvieh/rasse-swiss-fleckvieh-als-ziel-9773.html> [10.05.2014].
- MLR (Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg), ohne Datum: Rindermast in Baden-Württemberg. Zugang: <https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/,Lde/643271> [30.05.2014].
- PETRIČ, N., M. DROBNIČ, M. ČEPON und S. ŽGUR, 2013: Effects of Brown cattle crossing with beef breeds on growth and carcass traits. *Acta Agraria Kaposváriensis* 14, 123-127.
- PINHEIRO, J., D. BATES, S. DEBROY, D. SARKAR und R Development Core Team, 2013: nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-110.
- PROVIANDE, 2018: Vom Rind: Alles Wissenswerte über die Produktion und Verarbeitung von Schweizer Rindfleisch. Zugang: https://www.schweizerfleisch.ch/wieso-schweizer-fleisch/qualitaet-und-sicherheit/tierhaltung/-dl-/filemount/user_upload/BroschRind_A5_d.pdf [17.01.2019].
- SWISSGENETICS, 2016: Basiswissen zum Schlachtvieh- und Fleischmarkt 2016/17. Schweizer Bauernverband SBV, 5201 Brugg und Proviande, 3001 Bern, Schweiz.

Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Futterwert, Futteraufnahme und Milchleistung

Influence of conservation method of meadow forage on feeding value and milk production

Stefanie Kiendler^{1*}, Leonhard Gruber¹, Georg Terler¹, Margit Velik¹, Daniel Eingang¹,
Anton Schauer¹ und Martin Royer¹

Zusammenfassung

Das Dauergrünland stellt mit einer Fläche von 1,3 Millionen ha die wichtigste Futtergrundlage der österreichischen Milchviehhaltung dar. Auf Grund der klimatischen Bedingungen ist Grünfutter nicht ganzjährig verfügbar. Eine Konservierung des Wiesenfutters in Form von Silage oder Heu ist daher für die Winterfütterung unerlässlich, wobei die Silierung in den letzten Jahrzehnten auf Grund bekannter Vorteile (geringere Witterungsabhängigkeit, hohe Schlagkraft, arbeitswirtschaftliche Vorteile, hohe Futterqualität etc.) zum überwiegenden Konservierungsverfahren geworden ist. Andererseits hat die Bedeutung von Heu durch gezielte Marketingprogramme wie „Heumilch“ im letzten Jahrzehnt wieder zugenommen, wobei allerdings in vielen Fällen aufwändige und kostenintensive Trocknungsverfahren zur Erzielung hoher Futterqualitäten vorauszusetzen sind. Im vorliegenden Projekt wurden daher Futterwert, Futteraufnahme sowie Milchleistung und Milchqualität von „Heu“ und „Silage“ im Vergleich zum Ausgangsmaterial „Grünfutter“ unter möglichst gleichen Bedingungen untersucht. Der Futterwert wurde durch chemische Analysen (Weender Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, *in vitro*-Verdaulichkeit), Verdaulichkeit *in vivo* an Hammeln und die Pansenabbaubarkeit *in situ* bestimmt sowie die Futteraufnahme und Milchleistung in einem Fütterungsversuch mit insgesamt 90 Kühen untersucht (3 Konservierungsverfahren × 3 Aufwüchse × 10 Kühe je Variante).

Heu wies einen geringeren Proteingehalt auf (Bröckelverluste besonders nährstoffreicher Pflanzenteile) und bei der Silage war der Gehalt an Faser signifikant niedriger (durch Fermentation nicht nur leicht löslicher Kohlenhydrate, sondern teilweise auch von Hemizellulose). Die Verdaulichkeit von Grünfutter, Silage und Heu belief sich auf 72,2, 70,3 und 70,2 % (p-Wert = 0,157), war also in der Tendenz bei Grünfutter am höchsten und bei Silage am niedrigsten. Dementsprechend errechnete sich für Grünfutter auch der höchste Energiegehalt (10,09 MJ ME gegenüber 9,88 und 9,77 MJ ME bei Silage und Heu). Durch die Konservierungsvorgänge veränderten sich in der Tendenz die Anteile der sofort löslichen und rasch abbaubaren Fraktion „a“ (durch Fermentationsprozesse mit 32 % am höchsten in der Silage) und der potenziell

Summary

With a total area of 1.3 millions ha, permanent grassland represents the most important feed source of Austrian dairy farming. Due to the climatic conditions, green forage is not available all the year round. Hence, the preservation of green forage as silage or hay is indispensable for winter-feeding, whereby silage-making has been developing to the prevailing preservation method because of its known advantages (lower dependency from weather conditions, high impact, economic advantages, high feed quality etc.) in the last decades. On the other hand, during the last decade hay has again been gaining in importance through focused marketing programmes like “Hay-milk”. In many cases, however, elaborated and cost-intensive drying procedures are to be assumed for the achievement of high feed quality. Thus, in the current project nutritive value, feed intake as well as milk performance and milk quality of “hay” and “silage” compared to the starting material “green forage” have been scrutinized under preferably the same conditions. Feeding value was determined by chemical analyses (Proximate analysis system (Weende method), plant cell walls according to the Van Soest-Detergent system, *in vitro*-digestibility (Cellulase method)), digestibility *in vivo* at wethers and rumen degradability *in situ* as well as feed intake and milk performance in a feeding trial with 90 cows on total (3 preservation methods × 3 growths × 10 cows/variant).

Hay showed a lower content of protein (crop loss of plant parts being especially rich in nutrients) and at silage the content of fibre was significantly lower (because of fermentation not only of easily soluble carbohydrates but partly also of hemicellulose). Digestibility of green forage, silage and hay lay at 71.4, 69.6 and 70.2 % (p-value = 0.157) and was therefore in its tendency highest at green forage and lowest at silage. Accordingly, green forage achieved the highest energy content (10.09 MJ ME compared to silage with 9.88 and hay with 9.77 MJ ME). Through the preservation procedures, the tendency of the proportions of immediately soluble and quickly degradable fraction “a” (with 32 % highest at silage through the fermentation process) and potentially degradable fraction “b” (with 60.3 % highest at green forage) changed. Thus, differences hardly emerged regarding potential

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Stefanie Kiendler, email: stefanie.kiendler@raumberg-gumpenstein.at

abbaubaren Fraktion „b“ (mit 60,3 % am höchsten bei Grünfutter). Dadurch zeigten sich kaum Unterschiede in der potenziellen Abbaubarkeit (Summe aus a und b; 82.2, 83.9, 83.8 %). In der Abbaurrate pro Stunde wies Heu mit 0,055 gegenüber 0,061 der beiden übrigen Varianten den niedrigsten Wert auf, was mit den Veränderungen in Folge der Trocknung zu erklären ist. Insgesamt wies die Silage die höchste effektive Abbaubarkeit auf; dies zeigt, dass durch die Fermentation im Silo die Verfügbarkeit der Nährstoffe verändert wird. Allerdings sind dazu Untersuchungen erforderlich, die über die rein chemische Analyse hinausgehen.

Bei einem für alle Versuchsgruppen konstant gehaltenen Kraftfutteranteil von 12,5 % nahmen die Kühe der Gruppe „Silage“ signifikant weniger Grundfutter auf, während von Grünfutter und Heu gleich viel gefressen wurde (17.8^a, 16.3^b, 17.9^a kg TM). Wenn Energieaufnahme und Milchleistung gegenübergestellt werden, ergeben sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen, d.h. die Verwertung der Nährstoffe war in allen drei Konservierungsverfahren gleich hoch (5.74, 5.73, 5.87 MJ ME pro kg ECM Gesamtverwertung der Energie). Die Gruppe Grünfutter erzielte den höchsten und die Gruppe Silage den niedrigsten Milchfettgehalt. Im Milcheiweißgehalt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Auf den Gehalt an Milchfettsäuren wirkten sich die Konservierungsverfahren größtenteils signifikant aus. Grünfutter zeigte einen geringeren Gehalt an gesättigten Fettsäuren und einen höheren Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie konjugierten Linolsäuren. Dieser positive Einfluss des Grünfutters auf den Anteil an Fettsäuren, die günstig für die menschliche Ernährung sind, ist in der Literatur mehrfach beschrieben und ist auf den Gehalt des Grünfutters an diesen Fettsäuren zurückzuführen.

Hinsichtlich der Stoffwechselformparameter im Blut wiesen die Kriterien des Energiestoffwechsels in den Gruppen „Grassilage“ und „Heu“ auf eine etwas höhere Belastung hin, was mit deren im Vergleich zu „Grünfutter“ etwas geringerer Energieversorgung und niedrigerer Energiebilanz zu erklären ist. Der höhere Gehalt an Blutharnstoff in Gruppe „Grünfutter“ steht in ursächlichem Zusammenhang mit der höheren Aufnahme an Protein in dieser Konservierungsform und entspricht auch dem höheren Harnstoffgehalt in der Milch. Auch im Gehalt des Blutes an Mineralstoffen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Konservierungsverfahren.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Silierung nach wie vor ein optimales und kostengünstiges Konservierungsverfahren darstellt, das sich besonders durch geringeres Witterungsrisiko, hohe Schlagkraft und arbeitswirtschaftliche Vorteile auszeichnet. Mit dem Konservierungsverfahren „Heuwerbung“ können beste Grundfutterqualitäten (ähnlich dem frischen Grünfutter) erzeugt werden, die allerdings einen hohen technischen Aufwand für Trocknungsanlagen mit entsprechenden Kosten erforderlich machen.

Schlagerwörter: Grundfutter, Konservierung, Grundfutterleistung

degradability (sum of a plus b; 82.2, 83.9, 83.8 %). In terms of the degradation rate per hour hay showed the lowest value with 0.055 compared to 0.061 of the other conservation methods, which can be explained by the changes in consequence of the drying. Overall, silage exhibited the highest effective degradability; this shows that fermentation in the silo changes the availability of nutrients. However, to examine this changes analyses exceeding the pure chemical analysis are necessary.

With a consistent portion of concentrate of 12.5 % for all experimental groups, the cows of the group “silage” ingested significantly less forage, whereas the same rations of green forage and hay were being eaten (17.8^a, 16.3^b, 17.9^a kg DM). If energy intake and milk performance are faced, no differences will arise between the groups. This means that nutrient utilisation was the same at all three preservation methods (5.74, 5.73, 5.87 MJ ME per kg ECM gross utilisation of energy). The group green forage obtained the highest and the group silage the lowest milk fat content. No significant differences arose in terms of milk protein content. Mostly, the preservation methods significantly influenced the content of fatty acids. Green forage showed a lower content of saturated fatty acids and a higher content of mono- and polyunsaturated fatty acids as well as conjugated linoleic acids. This positive impact of green forage on the portion of fatty acids in milk being favourable for human nutrition has multiply been described in literature and is to be drawn back to the content of these fatty acids in green forage.

Concerning the metabolic parameters in blood, the criteria of energy metabolism in the groups “grass silage” and “hay” pointed to a slightly higher stress. This is to be explained by their lower energy supply and lower energy balance in comparison to “green forage”. The higher content of blood urea in the group “green forage” is originally bounded to the higher intake of protein and corresponds to the higher content of urea in milk, as well. The contents of blood in terms of mineral nutrients also showed significant differences between the preservation methods.

Concluding, we can state that silage making is still an optimal and cost-effective preservation method, which is outstanding through less weather risks, a high impact and economic advantages. With the preservation method “haymaking” best quality forage (similar to fresh green forage) can be produced. However, this requires high technical effort in terms of drying facilities causing correlative costs.

Keywords: forage, conservation method, forage milk production

1. Einleitung

In Österreich werden rund 2,7 Millionen Hektar landwirtschaftlich genutzt. Das Dauergrünland, welches die Grundlage der Wiederkäuerernährung darstellt, nimmt mit 48 % knapp die Hälfte ein (STATISTIK AUSTRIA 2014). Aufgrund der klimatischen und geographischen Verhältnisse muss in Österreich etwa die Hälfte des Grünlandfutters konserviert werden (GRUBER et al. 2015). RESCH (2007) beziffert die durchschnittlichen Anteile der konservierten Grundfuttermittel einer Milchviehration mit 48 % Silage (inkl. Maissilage) und 27 % Heu.

Das Ziel der Konservierung ist die bestmögliche Erhaltung der Nährstoffe. Auf Grund der steigenden Milchleistung steht dabei die Energie- und Proteinversorgung im Fokus der Wiederkäuerernährung (RESCH und GRUBER 2015). Der Proteingehalt im Futter wird allerdings unterschiedlich stark von der jeweiligen Konservierungsform beeinflusst (GRUBER et al. 2004b). Dabei wurden signifikante Veränderungen der Proteinfractionen während der Feldliegezeit des zu konservierenden Grundfutters ermittelt. In dieser Phase der Konservierung gehen vor allem die leicht löslichen Stickstoffverbindungen verloren (RESCH und GRUBER 2015). Demnach geht die Konservierung immer mit Verlusten einher (FORMAYER et al. 2000). Diese Konservierungsverluste entfallen bei der Verfütterung von Grünfutter, weshalb das Grünfutter diesbezüglich in der Wiederkäuerernährung als sehr wertvoll zu beurteilen ist. Da das Grünfutter nur saisonal verfügbar ist, ist eine Konservierung in Form von Heutrocknung und Silierung unerlässlich.

Die Heuwerbung war seit den 1970er Jahren stark rückläufig, da sich die Grundfutterkonservierung auf Grund der enormen Wetterabhängigkeit zu Gunsten der Silagebereitung verschoben hatte. BUCHGRABER et al. (1994) und GRUBER et al. (2015) bezifferten den prozentuellen Rückgang von Heu am Gesamtgrundfutter von 78 auf 23 %. Allerdings haben sich die Konsumentenwünsche geändert und mittels gezielten Marketings konnte eine neue Produktionsschiene für „Heumilch“ aufgebaut werden (PÖLLINGER 2014). Um bei der Heuwerbung das Wetterrisiko zu senken und die Qualität des Futtermittels zu erhöhen, ist es nötig, die Feldliegezeit zu reduzieren. Mit der Einbindung der Unterdachrocknung in das Produktionssystem „Heutrocknung“ können diese Ziele realisiert werden. Kurze Schönwetterperioden können genützt und gleichzeitig Bröckelverluste reduziert werden. Verminderte Bröckelverluste erhöhen nicht nur den Trockenmasseertrag, sondern wirken sich auch positiv auf den Anteil der hochverdaulichen und proteinreichen Blattmasse aus. Die Gerüstsubstanzen verringern sich dadurch anteilmäßig und somit kann eine erhöhte Verdaulichkeit sowie eine gesteigerte Energiekonzentration im Grundfutter erreicht werden (GRUBER et al. 2015). SPIEKERS und POTTHAST (2004) beschrieben einen weiteren positiven Aspekt der Unterdachrocknung: Durch die rasche Trocknung des Erntegutes unter Dach erhöht sich der Anteil an nicht abbaubarem Protein (UDP). Dennoch stellt die Silagebereitung die am häufigsten verwendete Erntetechnik dar. Zum verminderten Wetterrisiko werden noch weitere Vorteile der Silagebereitung in der Nährstoffzusammensetzung genannt. In einem Konservierungsversuch von GRUBER und RESCH (2015) zeigte die Silage signifikant höhere Rohproteingehalte im Vergleich zur Heuvariante.

Allerdings wurde durch die in der Silage stattfindenden Gärprozesse eine Erhöhung des Nicht-Protein-Stickstoffs (NPN) festgestellt. Andererseits wurden durch die Gärung in der Silage Umbauprozesse beschrieben, durch welche zellwandgebundenes Protein für die Wiederkäuerernährung verfügbar gemacht werden konnte (RESCH und GRUBER 2015). Ungünstige Silierbedingungen, wie Verschmutzung des Erntematerials, schlechte Verdichtung oder die Wahl eines ungünstigen Erntezeitpunktes (Anwelkgrad) können im Gegenzug zu vermehrter Essigsäure- und Buttersäureproduktion sowie Sickersaftbildung führen, welche die Nährstoffverluste erhöhen (KIRCHGESSNER et al. 2014, SPIEKERS und POTTHAST 2004).

Ziel dieser Arbeit war es, die Konservierungsverfahren Silierung und Heutrocknung mit dem frischen Ausgangsmaterial, dem Grünfutter, hinsichtlich Futterwert, Futteraufnahme und Milchleistung zu vergleichen und die Vor- und Nachteile jedes Produktionsverfahrens aufzuzeigen.

2. Material und Methoden

In diesem Projekt wurden drei Konservierungsformen (Grünfutter, Grassilage und Heu) in Bezug auf Futterwert, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchqualität sowie Stoffwechselformparameter miteinander verglichen. Zusätzlich zur chemischen Analyse wurde eine *in situ*-Untersuchung, ein Verdauungsversuch und ein Fütterungsversuch durchgeführt. Das dafür verwendete Wiesenfutter der drei Konservierungsformen stammte vom selben Feld der betriebseigenen Versuchsfelder. Alle Untersuchungen wurden in den Versuchseinrichtungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Region weist einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 1.000 mm und eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 7,2 °C auf.

Das Versuchsfeld liegt in der Gemeinde Irnding-Donnersbachtal auf einer Seehöhe von 673 m. Alle drei Konservierungsformen wurden auf dieser ca. 11 ha großen vierschnittigen Dauergrünlandfläche geerntet. Im Untersuchungsjahr 2013 lagen die Durchschnittstemperatur bei 8 °C und die Niederschlagsmenge bei 1.076 mm. Während der Vegetationsperiode lag die durchschnittliche Temperatur bei 14 °C und die Niederschlagsmenge betrug 758 mm. Die Ernte erfolgte mit einem Scheibenmäherwerk, kombiniert mit einem Knickzett-Aufbereiter. Die Schnitthöhe wurde dabei auf 7 cm eingestellt. Die Erntetermine richteten sich nach den Zeigerpflanzen im Bestand und wurden zum Zeitpunkt des Ähren- und Rispenstehens gewählt. Der erste Schnitt erfolgte am 18. Mai, gefolgt vom zweiten und dritten Schnitt am 16. Juli und am 5. September.

Anschließend an die Mahd wurde das Grünfutter geschwadet und direkt ohne weitere Behandlung den Tieren vorgelegt. Während des Versuches erfolgte die Grünfütterernte täglich am Vormittag. Je nach Konservierungsform wurde das Futter unterschiedlich häufig gezettet, um den Anwelkprozess zu beschleunigen. Nach Erreichen des angestrebten TM-Gehaltes (von durchschnittlich 37,8 bzw. 70,6 %) wurde das Futter mit einem Mittelschwader geschwadet. Für die Heubereitung wurde das Anwelkgut mit einem Erntewagen in die Trocknungsanlage der Versuchswirtschaft verbracht, wo unter Dach fertig getrocknet wurde. Die Silagebereitung erfolgte mit einer Vario-Rundballenpresse.

2.1 Bestimmung des Futterwertes

Im Zuge der Verdauungs- und Fütterungsversuche wurden Proben der drei Konservierungsformen (Grünfutter, Grassilage und Heu) von jedem Aufwuchs gezogen, um den Gehalt an Nährstoffen zu analysieren. Zur Bestimmung der Trockenmasse wurden jeweils 100 Gramm eingewogen, für 24 Stunden bei 104 °C getrocknet und durch Rückwaage der Trockenmassegehalt bestimmt. Die Rohnährstoffe und die Gerüstsubstanzen wurden mit der Weender Futtermittel-Analyse sowie der Detergenzien-Analyse ermittelt (TM-Methode 3.1, XP-Methode 4.1.1, XL-Methode 5.1.1, XF-Methode 6.1.1, XA-Methode 8.1, aNDFom-Methode 6.5.1, ADFom-Methode 6.5.2, ADL-Methode 6.5.3, VDLUFA 2012). Die bei der Trocknung von Silagen entstehenden Verluste über flüchtige Substanzen wurden nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995) berücksichtigt.

Die ruminale Abbaubarkeit der Trockenmasse jeder Konservierungsform wurde mit Hilfe der *in situ*-Methode bestimmt (ØRSKOV et al. 1980). Dazu wurden Proben von jedem Aufwuchs gezogen und auf eine Partikelgröße von 2 mm gemahlen. Anschließend wurden Nylon-Bags mit einer Porengröße von 50 µm beschriftet, gewogen, mit dem Probenmaterial befüllt, zugeschweißt und in drei pansenfistulierte Tiere inkubiert. Die verschweißten Nylon-Bags wurden zwischen 0 und 120 h in den Pansen der Tiere inkubiert.

Der Abbau der TM (in %) wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Abbau} = 100 - (\text{Einwaage} - \text{Rückwaage}) / \text{Einwaage} \times 100$$

Die Schätzung der Abbauparameter a, b und c erfolgte mit Hilfe des nicht-linearen Modells nach ØRSKOV und McDONALD (1979):

$$\text{PD} = a + b \times (1 - e^{-c \times t})$$

PD	potentielle Abbaubarkeit
a	rasch und vollständig lösliche Fraktion
b	potentiell abbaubare Fraktion
c	Abbaurrate der Fraktion b
t	Inkubationszeit

Die effektive Abbaubarkeit (ED) wurde nach den Vorgaben von ØRSKOV und McDONALD (1979), McDONALD (1981) sowie SÜDEKUM (2005) berechnet:

$$\text{ED} = a + \frac{b \times c}{c + k} \times e^{-k \times \text{lag}}$$

ED	Effektive Abbaubarkeit
lag-time	Verzögerungszeit des Abbaus im Pansen
k	Passagerate

Zur Bestimmung der Rohnährstoffverdaulichkeit wurden Verdauungsversuche an Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) durchgeführt (4 Tiere je Futtermittel). Die im Durchschnitt 65 kg

schweren Tiere wurden etwa nach ihrem Erhaltungsbedarf gefüttert (1 kg TM/Tag), aufgeteilt auf zwei Mahlzeiten pro Tag. Zusätzlich erhielten die Tiere 10 g einer Mineralstoffmischung und 2 g Viehsalz. Der Versuch gliederte sich in Adaptions- und eigentliche Erhebungsperiode, in welcher die tägliche Futteraufnahme sowie die Kot- und Harnausscheidung individuell erhoben wurde. Die Analyse des Kotes erfolgte nach den gleichen Methoden wie die Futtermitteluntersuchungen. Die Stickstoffbestimmung erfolgte im frischen Exkrement, um N-Verluste durch die Trocknung zu verhindern.

Der Energiegehalt wurde auf Basis der Rohnährstoffe und den im *in vivo*-Versuch ermittelten Verdauungskoeffizienten nach den Gleichungen der GfE (2001) berechnet. Ebenso wurden nXP und RNB auf der Grundlage von GfE (2001) kalkuliert, wobei die Werte für UDP (Anteil des nicht abgebauten Rohproteins, undegraded dietary protein) den DLG-Tabellen für Wiederkäuer (1997) entnommen wurden.

2.2 Futteraufnahme und Milchleistung

Der dreifaktorielle Fütterungsversuch wurde in 9 Durchgängen zu je 10 Kühen durchgeführt (3 Konservierungsvarianten \times 3 Schnitte = 9 Durchgänge, *Tabelle 1*). Die drei Konservierungsformen Grünfutter, Grassilage und Heu stellten den Hauptfaktor dar. Die drei Aufwüchse fungierten als Untergruppe. Beim Kraftfutter wurde zwischen einer schnell und einer langsam abbaubaren Energiequelle unterschieden (*Tabelle 1*). Das Kraftfutter mit niedriger Abbaurrate bestand aus 1/3 Mais, 1/3 Trockenschnitzel und 1/3 Sojaschalen. Das Kraftfutter mit hoher Abbaurrate enthielt 1/3 Gerste, 1/3 Weizen und 1/3 Triticale. Um dem unterschiedlichen Milchleistungsniveau der Versuchskühe Rechnung zu tragen, wurden je nach Leistungsniveau unterschiedliche Kraftfutterniveaus von 5, 10, 15, 20 bzw. 25 % gewählt.

Für den Versuch wurden Milchkühe der Rassen Fleckvieh und Holstein Friesian herangezogen, die in einem Laufstall gehalten wurden. Die Grundfütterration bestand je nach Versuchsvariante zu 100 % aus Grünfutter, Grassilage bzw. Heu. Die Kraftfuttergabe erfolgte über eine Transponderstation. Zusätzlich wurde zur Deckung des Mengen- und Spurenelementbedarfs eine Mineralstoffmischung gefüttert. Es wurde zweimal täglich frisches Futter *ad libitum* vorgelegt. Die Feststellung der individuellen Futteraufnahme erfolgte mit sogenannten Calan-Gates. Die *ad libitum*-Bedingungen wurden erreicht, indem den Tieren etwa 5 % über der tatsächlichen Futteraufnahme angeboten wurde, wobei die Futtermittelvorschreibung über ein Rationsberechnungsprogramm mehrmals wöchentlich angepasst wurde. Das nicht gefressene Futter wurde als Rückwaage abgezogen. Zudem wurde die Trockenmasse der Ein- und Rückwaage täglich bestimmt. Die Aufnahme an Nährstoffen ergab sich aus dem Produkt der Futteraufnahme und dem Nährstoffgehalt.

Tabelle 1: Versuchsdesign

Konservierungsmethode	Grünfutter						Grassilage						Heu					
	1		2		3		1		2		3		1		2		3	
Kraftfutterart ¹⁾	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L

¹⁾ S = schneller Nährstoffabbau, L = langsamer Nährstoffabbau

Vorperiode: Kovarianzwoche

Jeder Versuchsdurchgang startete mit einer sogenannten Kovarianzwoche, in der die Futteraufnahme und Milchleistung erhoben wurden. Dabei wurde allen Tieren die gleiche Mischration (MR), bestehend aus 1/3 Maissilage, 1/3 Grassilage und 1/3 Heu (auf TM-Basis), *ad libitum* vorgelegt. Die Kraftfutterzuteilung in diesem Versuchsabschnitt erfolgte leistungsabhängig. Ab einer Milchleistung von 16 kg ECM erhielten die Tiere 0,5 kg Kraftfutter pro kg ECM. In dieser Woche wurden Futteraufnahme, Milchleistung und Lebendmasse erhoben, welche in der statistischen Auswertung als Kovariablen herangezogen wurden.

Vorperiode: Futterumstellungsphase

Nach der Vorperiode folgte die Futterumstellungsphase. In diesen zwei Wochen wurde von der Mischration auf 100 % Grünfutter, Grassilage bzw. Heu umgestellt. Weiters wurde in dieser Woche die TM-Aufnahme erhoben, anhand derer die Kraftfutterniveaus von 5, 10, 15, 20 und 25 % berechnet wurden.

Versuchsperiode

Anschließend an die Vorperiode folgte die eigentliche Versuchsperiode. Die Dauer der Versuchsperiode richtete sich nach der zu untersuchenden Konservierungsform. Um einen möglichst gleichmäßigen Vegetationszustand des Pflanzenbestandes zu gewährleisten, beschränkte sich der Versuchszeitraum beim Grünfutter auf eine Woche. Bei der Heu- und Silagevariante betrug die Versuchsdauer 3 Wochen. Während dieser Zeit wurde den Tieren das jeweilige Futter *ad libitum* vorgelegt.

Die Milchmenge sowie die Milchinhaltsstoffe (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff) wurden täglich erhoben. Die Analyse erfolgt im Untersuchungslabor St. Michael in der Obersteiermark.

2.3 Bestimmung der Milchfettsäuren

Für die Analyse der Milchfettsäuren wurden Proben aus dem Tagesgemelk gezogen. Die Fett-Extraktion der Milch erfolgte nach der Methode von FOLCH et al. (1957), die von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub geringfügig modifiziert wurde. Die chemische Analyse der Milchfettsäuren erfolgte mit Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH) nach DGF (2006) im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

2.4 Analyse der Blutparameter

Die Blutabnahme erfolgte morgens nach der Melkung. Dabei wurde das Blut an der Schwanzvene abgenommen, zentrifugiert, tiefgefroren und an das Untersuchungslabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in der Außenstelle Thalheim bei Wels zur Untersuchung geschickt. BHB, FFS und GLDH wurden mit dem Gerät AUTOLAB der Firma Roche-Diagnostics (Wien) analysiert. Die übrigen Parameter wurden mit dem Gerät COBAS C111, ebenfalls von der Firma Roche-Diagnostics, analysiert.

2.5 Statistische Auswertung

Die Daten zum Nährstoffgehalt sowie zur *in situ*-Abbaubarkeit und *in vivo*-Verdaulichkeit wurden als zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Behandlungen 'Konservierungsform' und 'Aufwuchs' unter Verwendung der Prozedur GLM ausgewertet. Die Ergebnisse des Fütterungsversuches wurden als dreifaktorielle Varianzanalyse mit den fixen Effekten 'Konservierungsform', 'Aufwuchs' und 'Kraftfutterart' ebenfalls mit der Prozedur GLM ausgewertet. Zusätzlich gingen der Kraftfutteranteil sowie die Daten der Vorperiode (Lebendmasse, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe) als Kovariable in das statistische Modell ein.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Nährstoffzusammensetzung

Der Gehalt an Trockenmasse sowie die Nährstoffzusammensetzung des Grünlandbestandes zeigten teils signifikante Unterschiede hinsichtlich Konservierungsform und Aufwuchs (Tabelle 2). Aufgrund von futterhygienischen sowie verfahrenstechnischen Aspekten unterschieden sich die TM-Gehalte der Konservierungsformen signifikant. Die Konservierungsform Heu muss einen TM-Gehalt von 87 % aufweisen, um die Lagerstabilität zu erreichen, wohingegen der ideale TM-Gehalt einer Grassilage bei 37 % liegt (RESCH 2013). Die Ergebnisse dieses Konservierungsversuches zeigten etwas höhere TM-Gehalte von 89 bzw. 46 % für Heu und Grassilage, als in der Literatur gefordert. Weiters wurde auch der Protein-Gehalt von den Versuchsfaktoren Konservierungsform und Aufwuchs beeinflusst. Bezüglich der Konservierungsform wiesen Grünfutter und Grassilage die höchsten Gehaltswerte an XP auf und hinsichtlich des Aufwuchses trat beim dritten Aufwuchs der höchste Prote-

Tabelle 2: Nährstoffgehalt des Wiesenfutters in Abhängigkeit von Konservierungsform und Aufwuchs

	Einheit	Konservierungsform (K)			Aufwuchs (A)			RSD	K	p-Werte	
		GF	GS	Heu	1	2	3			A	K × A
Trockenmasse	g/kg FM	212 ^c	461 ^b	889 ^a	473 ^c	579 ^a	511 ^b	18	<0,001	<0,001	<0,001
Rohprotein	g/kg TM	151 ^a	150 ^a	136 ^b	127 ^c	141 ^b	168 ^a	6	0,002	<0,001	0,034
Rohfett	g/kg TM	25 ^{ab}	28 ^a	22 ^b	26	24	25	2	0,003	0,423	0,348
Rohfaser	g/kg TM	246	231	247	255	231	238	15	0,159	0,083	0,286
NfE	g/kg TM	492	504	519	510 ^{ab}	528 ^a	477 ^b	20	0,142	0,005	0,343
Rohasche	g/kg TM	86	82	78	76	78	92	10	0,394	0,038	0,553
NDF	g/kg TM	479 ^a	443 ^b	474 ^a	488 ^a	451 ^b	457 ^b	18	0,019	0,023	0,089
ADF	g/kg TM	306 ^a	299 ^{ab}	271 ^b	298	285	294	20	0,04	0,584	0,871
ADL	g/kg TM	41 ^a	37 ^a	26 ^b	32	36	36	4	<0,001	0,172	0,714
NFC	g/kg TM	259 ^b	297 ^a	290 ^{ab}	283 ^{ab}	306 ^a	258 ^b	22	0,048	0,013	0,393

GF = Grünfutter, GS = Grassilage, RSD = Residualstandardabweichung, FM = Frischmasse, TM = Trockenmasse, NfE = Stickstofffreie Extraktstoffe, NDF = Neutral-Detergenzien-Faser, ADF = Säure-Detergenzien-Faser, ADL = Säure-Detergenzien-Lignin, NFC = Nicht-Faser-Kohlenhydrate

ingehalt auf. Diese signifikant höheren Proteingehalte der Konservierungsform Grünfutter und Grassilage resultierten aus den geringeren Konservierungsverlusten im Zuge der Erntekette gegenüber dem Heu (INEINCHEN et al. 2018). Den signifikanten Unterschied zwischen den Konservierungsformen Grassilage und Heu bestätigen auch GRUBER et al. (2015), welche auf die höheren Bröckelverluste im Zuge der Heu-Bereitung hinweisen, die von PÖLLINGER et al. (2013) als nachteilig für den Nährstoff- und Energieertrag beschrieben werden. Im Zuge der Heukonservierung ist trotz der Unterdachtrocknung ein mehrmaliges Wenden des Futters am Feld erforderlich. Bezüglich des Aufwuchses stellten auch BACHLER (2015) und GRUBER et al. (2015) fest, dass der XP-Gehalt mit der Nummer des Aufwuchses ansteigt. GRUBER et al. (2010) diskutierten die unterschiedliche morphologische Zusammensetzung des ersten Aufwuchses gegenüber den Folgeaufwüchsen. Im Zuge des ersten Aufwuchses bildet sich ein hoher Anteil des Stängels, der aus Gründen der Fortpflanzung die Ähren bzw. Rispen trägt und somit eine gewisse Stabilität aufweisen muss, was durch einen hohen Gehalt an Gerüstsubstanzen mit entsprechender Lignifizierung erreicht wird. Dies hat jedoch die bekannten negativen Auswirkungen auf die Verdaulichkeit und die Energiekonzentration. Dagegen bildet sich in den Folgeaufwüchsen weniger Stängelmasse, jedoch mehr Blattmasse. Die Folge sind ein höherer Gehalt an Protein und ein geringerer Gehalt an Gerüstsubstanzen, woraus eine höhere Verdaulichkeit resultiert.

Auch der NDF-Gehalt unterschied sich zwischen den Konservierungsformen. Das Heu wies signifikant höhere NDF-Gehalte gegenüber der Konservierungsform Grassilage auf. Dies wurde auch von GRUBER et al. (2010) sowie von JURJANZ und MONTEILS (2005) dargestellt. In diesem Zusammenhang wurden die in der Silage stattfindenden Abbauprozesse der Hemizellulose beschrieben (JURJANZ und MONTEILS 2005). In Bezug auf den NFC-Gehalt wurde zwischen den Konservierungsformen Grassilage und Heu kein Unterschied festgestellt, was auch

von GRUBER et al. (2015) bestätigt wurde. Es zeigte sich bei der Grassilage, wie schon von DEWAR et al. (1963) beschrieben, eine Reduktion des Fasergehaltes (XF und NDF), wodurch sich der Gehalt an NFC rechnerisch erhöht. Während des Silageprozesses werden leicht lösliche Kohlenhydrate und in der Folge auch Hemizellulose von Bakterien abgebaut und zu Milch- und Essigsäure umgewandelt.

3.2 Ruminale Abbaubarkeit und Verdaulichkeit

Die Abbauparameter, welche die Fermentation im Pansen widerspiegeln, unterschieden sich weder zwischen den Konservierungsformen noch zwischen den Aufwüchsen signifikant (Tabelle 3). Entsprechend den mikrobiellen Vorgängen bei der Silierung wurde die sofort lösliche Fraktion „a“ gegenüber Grünfutter deutlich von 22 auf 32 % erhöht. Auch Heu wies mit 27 % gegenüber Grünfutter einen höheren Anteil der Fraktion „a“ auf. Dementsprechend änderten sich die Anteile der Fraktion „b“ in komplementärer Weise (60, 52, 56 % bei Grünfutter, Silage und Heu). Die Abbauraten „c“ von 0,055 bei Heu war gegenüber den beiden anderen Varianten (0,061) vermindert, was durch den Trocknungsprozess zu erklären ist. Die höchste effektive Abbaubarkeit zeigte sich demzufolge in der Konservierungsform Grassilage.

Die *in situ*-Abbauuntersuchungen zeigten in keinem der Parameter signifikante Unterschiede. KIRCHHOF (2007) stellte dagegen beim 2. Aufwuchs niedrigere Werte für die potentielle und effektive Abbaubarkeit gegenüber dem 1. und 3. Aufwuchs fest. Von SPIEKERS (2008) wird ein um 10 % geringerer UDP-Gehalt der Grassilage im Vergleich zu Heu beschrieben. Als Grund dafür wird der Abbau des Reinproteins im Erntegut während der Fermentation in der Silage genannt. Die dabei stattfindende Proteolyse führt zum Verlust an ruminal nicht abbaubarem Futterprotein (HOEDTKE et al. 2010).

Tabelle 3: Ruminale Abbaubarkeit *in situ* und Verdaulichkeit *in vivo* des Wiesenfutters in Abhängigkeit von Konservierungsform und Aufwuchs

	Einheit	Konservierungsform (K)			Aufwuchs (A)			RSD	p-Werte	
		GF	GS	Heu	1	2	3		K	A
Ruminale Abbauparameter der Trockenmasse										
a	%	21,9	31,6	27,4	26,5	27,5	26,9	3,4	0,063	0,932
b	%	60,3	52,3	56,4	57,4	56,1	55,5	3,0	0,074	0,729
c	h ⁻¹	0,061	0,061	0,055	0,054	0,064	0,059	0,005	0,266	0,158
lag	h	0,70	0,41	-0,11	0,53	0,26	0,21	0,69	0,435	0,833
PD	%	82,2	83,9	83,8	83,9	83,7	82,3	1,1	0,209	0,259
ED2	%	66,5	70,7	68,5	67,9	69,8	68,0	1,9	0,137	0,495
ED5	%	53,8	59,8	56,5	55,5	58,1	56,4	2,7	0,126	0,539
ED8	%	46,5	53,5	49,8	48,6	51,4	49,8	3,1	0,122	0,605
Verdaulichkeit <i>in vivo</i> und Energiekonzentration										
Organische Masse	%	72,2 ^a	70,3 ^b	70,2 ^b	71,6 ^a	71,8 ^a	69,5 ^b	0,2	0,037	0,026
Rohprotein	%	65,0 ^a	59,1 ^b	61,3 ^b	58,2 ^b	60,7 ^b	66,5 ^a	0,5	0,017	0,005
Rohfett	%	32,4	43,4	38,8	48,2 ^a	36,3 ^b	30,2 ^b	0,1	0,125	0,027
Rohfaser	%	69,1	68,8	70,5	71,7	69,4	67,3	0,6	0,544	0,102
NDF	%	67,6	65,5	66,4	68,2	66,6	64,7	0,8	0,567	0,291
ADF	%	63,1	59,7	58,7	65,6	59,3	56,7	1,5	0,523	0,162
ME-Gehalt	MJ/kg TM	10,09 ^a	9,88 ^b	9,77 ^b	10,00 ^a	10,03 ^a	9,71 ^b	0,02	0,014	0,010

GF = Grünfutter, GS = Grassilage, RSD = Residualstandardabweichung

TM = Trockenmasse, NDF = Neutral-Detergenzien-Faser, ADF = Säure-Detergenzien-Faser, ME = Umsetzbare Energie

a = lösliche und rasch abbaubare Fraktion des Futtermittels, b = potenziell abbaubare Fraktion des Futtermittels, c = Abbauraten der Fraktion b

lag = Verzögerungszeit des Abbaus im Pansen, PD = potenzielle Abbaubarkeit, ED2, ED5, ED8 = effektive Abbaubarkeit bei Passageraten von 2, 5 und 8 % h⁻¹

Die Verdaulichkeitsuntersuchungen werden durchgeführt, um die Menge an absorbierbaren Nährstoffen zu bestimmen. Grünfutter wies mit 72,2 % die höchste Verdaulichkeit der OM auf, gefolgt von Grassilage mit 70,3 % und Heu mit 70,2 % (Tabelle 3). Die Verdaulichkeit der OM und der Faser ist vergleichbar mit den Versuchsergebnissen von GRUBER et al. (2015). Wenn auch nicht signifikant, wurden die OM und die Faser des Heus im Vergleich zur Silage besser verdaut. Die höchste Verdaulichkeit wies jedoch Grünfutter auf (p-Wert = 0,16). Als Grund dafür nennt VAN SOEST (1982) die im Zuge des Konservierungsprozesses auftretenden Fermentationsverluste. Entsprechend den Verdaulichkeitswerten errechneten sich Energiegehalte von 10,09, 9,88 bzw. 9,77 MJ ME/kg TM, was mit den Konservierungsversuchen von GRUBER et al. (2015) vergleichbar ist. Der von JANS (1991) beschriebene höhere Energiegehalt in der Konservierungsform Grassilage gegenüber Heu konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden.

Die Unterschiede in der Verdaulichkeit zwischen den Aufwüchsen waren signifikant (p-Wert = 0,026), wobei der 2. Aufwuchs am höchsten und der 3. Aufwuchs am niedrigsten war.

3.3 Futteraufnahme

Die Futteraufnahme zeigte ebenfalls signifikante Unterschiede hinsichtlich Konservierungsform und Aufwuchs (Tabelle 4). Die höchste Futteraufnahme wurde in der Konservierungsform Heu gefunden, gefolgt von Grünfutter. Trotz der hohen Pansenabbaubarkeit der Konservierungsform Grassilage, welche in der Literatur als förderlich für die Futteraufnahme beschrieben wird (SPIEKERS und POTTHAST 2004, GRUBER et al. 2006), lag die Futteraufnahme niedriger als bei den Vergleichsfuttermitteln.

Auch GRUBER et al. (2004a) sowie GRUBER et al. (2015) bestätigten die höhere Futteraufnahme der Konservierungsform Heu gegenüber der Grassilage. DEMARQUILLY (1970) stellte ebenfalls bei Unterdachtrocknungsheu und Grünfutter eine ähnlich hohe Grundfutteraufnahme fest, während die Futteraufnahme der Grassilage geringer war (HARRYS und RAYMOND 1963, DEMARQUILLY und JARRIGE 1970, MOORE et al. 1960). JARRIGE et al. (1973) beschreiben in diesem Zusammenhang die in der Silage ablaufenden Fermentationsprozesse als Grund für die verminderte Futteraufnahme dieser Konservierungsform. Die dabei aus leicht löslichen Kohlenhydraten entstehenden flüchtigen Fettsäuren, sowie der in der Silage stattfindende Proteinabbau zu NPN-Verbindungen, wirken sich negativ auf die Futteraufnahme aus. Weiters wird von diesen Autoren auch der relative Anstieg der Zellwandbestandteile, als Folge der Fermentation leicht löslicher Bestandteile, als nachteilig für die Futteraufnahme beschrieben. Zudem wurde von CAMPLING (1966) eine längere Verweildauer der Grassilage im Pansen gegenüber Heu festgestellt, was folglich zu einer geringeren Passagerate und damit zu einer verringerten Futteraufnahme führt.

Weiters führen die bei Unterdachtrocknung erzielte hohe Futterqualität und der hohe Trockenmassegehalt der Konservierungsform Heu zu einer Steigerung der Futteraufnahme (GROSS und RIEBE 1974, SPIEKERS und POTTHAST 2004, GRUBER et al. 2006). Auch der physikalische Strukturwert, welcher die Wiederkautätigkeit und die damit verbundene Speichelproduktion fördert, wird als positiv für die Futteraufnahme beschrieben (ERIKSSON et al. 1968, PALLAUF 1974). Somit führte die hohe Futteraufnahme der Konservierungsform Heu – trotz gleicher Energiegehalte – zu einer höheren Energieaufnahme gegenüber der Grassilage.

Tabelle 4: Futter- und Nährstoffaufnahme, Rationskriterien sowie Versorgungslage in Abhängigkeit von Konservierungsform und Aufwuchs

Einheit	Konservierungsform (K)			Aufwuchs (A)			RSD	K	p-Werte		
	GF	GS	Heu	1	2	3			A	K × A	
Futter- und Nährstoffaufnahme											
Lebendmasse	kg	645,8 ^b	646,6 ^a	646,7 ^a	646,3	646,3	646,6	0,8	<0,001	0,323	0,251
Grundfutter	kg TM	17,8 ^a	16,3 ^b	17,9 ^a	17,4 ^{ab}	18,4 ^a	16,3 ^b	1,8	0,002	0,001	<0,001
Krautfutter	kg TM	2,54 ^a	2,31 ^b	2,60 ^a	2,44	2,59	2,42	0,31	0,002	0,112	0,005
Gesamtfutter	kg TM	20,4 ^a	18,6 ^b	20,5 ^a	19,8 ^{ab}	21,0 ^a	18,7 ^b	2,0	0,001	0,001	<0,001
Gesamtfutter	g/kg LM ^{0,75}	159 ^a	146 ^b	160 ^a	155 ^{ab}	164 ^a	146 ^b	15	0,001	0,001	0,642
NDF aus Gesamtfutter	g/kg LM	14,2 ^a	12,2 ^b	14,5 ^a	14,2 ^a	13,9 ^a	12,8 ^b	1,3	<0,001	0,004	0,851
XP aus Grundfutter	g	2770 ^a	2434 ^b	2511 ^b	2293 ^b	2635 ^a	2787 ^a	257	<0,001	<0,001	<0,001
nXP aus Grundfutter	g	2382 ^a	2134 ^b	2354 ^a	2256 ^b	2436 ^a	2178 ^b	233	<0,001	0,001	<0,001
NEL aus Grundfutter	MJ	107,1 ^a	95,6 ^b	103,6 ^a	103,4 ^a	109,9 ^a	93,0 ^b	10,4	0,001	<0,001	<0,001
XP aus Gesamtfutter	g	3100 ^a	2756	2866	2637	2986	3100	294	0,001	<0,001	0,964
nXP aus Gesamtfutter	g	2795 ^a	2518	2786	2663	2863	2573	276	0,001	0,001	0,732
NEL aus Gesamtfutter	MJ	127,1 ^{!!!}	113,6	124,3	122,9	130,3	112,0	12,8	0,001	<0,001	0,500
Rationskriterien der Gesamtration (in der TM)											
Rohprotein	g	149 ^a	148 ^a	136 ^b	130 ^c	140 ^b	162 ^a	2	<0,001	<0,001	<0,001
Rohfaser	g	229 ^a	213 ^b	230 ^a	235 ^a	216 ^c	221 ^b	5	<0,001	<0,001	<0,001
NDF	g	455 ^a	423 ^b	453 ^a	450 ^a	441 ^b	440 ^b	5	<0,001	<0,001	<0,001
Energie	MJ ME	10,52 ^b	10,71 ^a	10,32 ^c	10,68 ^a	10,51 ^b	10,35 ^c	0,05	<0,001	<0,001	<0,001
Ruminale N-Bilanz	g/kg	1,73 ^a	1,21 ^b	-0,17 ^c	-1,21 ^c	0,38 ^b	3,59 ^a	0,30	<0,001	<0,001	<0,001
Versorgungslage											
Deckung NEL-Bedarf	MJ	13,5	8,3	15,0	13,8 ^{ab}	18,5 ^a	4,5 ^b	12,8	0,132	0,002	<0,001
Deckung nXP-Bedarf	g	490	413	533	432	575	429	233	0,152	0,036	<0,001
Ruminale N-Bilanz	g	49 ^a	38 ^b	13 ^c	-4 ^c	20 ^b	84 ^a	8	<0,001	<0,001	<0,001

GF = Grünfutter, GS = Grassilage, RSD = Residualstandardabweichung, LM = Lebendmasse, LM^{0,75} = metabolische Lebendmasse

TM = Trockenmasse, NDF = Neutral-Detergenzien-Faser, XP = Rohprotein, nXP = nutzbares Rohprotein, ME = Umsetzbare Energie, NEL = Nettoenergie Laktation

Der signifikante Unterschied in der Futteraufnahme hinsichtlich des Aufwuchses ist durch den Gehalt an Gerüstsubstanzen und die damit verbundene Verdaulichkeit bedingt (PALLAUF 1974, GRUBER et al. 2004a). Im zweiten Aufwuchs wurde ein niedriger Gehalt an Gerüstsubstanzen und somit auch die höchste Verdaulichkeit festgestellt, was folglich in einer höheren Futteraufnahme resultierte.

3.4 Milchleistung, Futtereffizienz und Nährstoffbilanz

Auch in der Milchleistung und Futtereffizienz zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Konservierungsformen. Grünfutter, welches gemeinsam mit Heu die höchste Futteraufnahme verzeichnete, führte auch zur höchsten Milchleistung, gefolgt von Heu und Grassilage (22,8, 21,6 und 20,4 kg ECM in GF, GS und Heu).

Weiters wurden die höchsten Milchinhaltsstoffgehalte (Fett, Eiweiß und Laktose) in der Konservierungsform Grünfutter erhoben. Die Konservierungsform Grünfutter führte zum höchsten Harnstoffgehalt der Milch (19,0 mg/100 ml), was mit der höchsten RNB in dieser Konservierungsform gut zu erklären ist. Sowohl Milchwahnharnstoffgehalt als auch RNB in der Konservierungsform Grünfutter deuten auf einen Proteinüberschuss hin (STEINWIDDER und GRUBER 2000).

Aufgrund der in der Silage ablaufenden Fermentationsprozesse werden leichtlösliche Kohlenhydrate abgebaut und stehen somit den Pansenmikroben für deren Wachstum und Syntheseleistung als Energiequelle nicht zur Verfügung (VAN SOEST 1982). Das vermindert die mikrobielle Proteinsynthese, was in Kombination mit der geringeren Futteraufnahme zu signifikant niedrigeren nXP-Aufnahmen und in weiterer Folge zur niedrigsten Milchleistung (20,4 kg ECM) und Milcheiweißleistung (649 g) führte.

Aus der Aufnahme an Energie bzw. nXP minus dem Erhaltungsbedarf ergibt sich die sogenannte theoretische Milchleistung aus dem Grundfutter bzw. der Gesamtration. Die theoretisch aus der Aufnahme an Energie und Protein mögliche Milchleistung ist höher als die tatsächliche Milch-

leistung (Tabelle 5). Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass die Tiere in positiver Energiebilanz waren. Wie auch bei der tatsächlichen Milchleistung ergab sich bei Grünfutter und Heu die nahezu gleiche theoretische Milchleistung (28,0 bzw. 27,1 kg), während die Grassilagegruppe signifikant abfiel (23,8 kg). Der Aufwand an Energie pro kg ECM (Tabelle 5) war für alle Konservierungsformen gleich hoch. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass die in diesem Versuch ermittelten Unterschiede in der Milchleistung auf Unterschiede in der Futteraufnahme und bzw. oder auf Unterschiede im Energiegehalt der Konservierungsformen zurück zu führen sind, die von den Futtermitteln bereitgestellte Energie jedoch im Stoffwechsel gleichermaßen verwertet wird.

3.5 MilCHFettsäuren

Aus der Literatur ist bekannt, dass das Fettsäuremuster der Milch bei grünlandbasierter Milchvieh-Fütterung durch die botanische Futterzusammensetzung (Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen), die Pflanzenarten, das Vegetationsstadium und den Fettgehalt des Futters bestimmt wird. Weiters ist in der Literatur angeführt, dass Blätter einen höheren Fettgehalt und mehr ungesättigte Fettsäuren enthalten als Stängel und dass es durch Bröckelverluste zu Fettsäure-Verlusten kommen kann (DEWHURST et al. 2006, MOREL et al. 2006, DOHME 2007, WYSS et al. 2007, GIERUS et al. 2009, HUHTANEN et al. 2010, BRAACH 2012). Zusätzlich haben die übrigen Grundfutterkomponenten, das Kraftfutterniveau, die Kraftfutterzusammensetzung sowie Tierfaktoren (z.B. Rasse, genetisches Potential, Laktationszahl, Laktationsstadium etc.) und Umweltfaktoren (Jahreszeit, Herdenmanagement etc.) einen maßgeblichen Einfluss auf das MilCHFettsäuremuster (KALAC und SAMKOVA 2010). Dies muss beim Vergleich von Literaturstellen im Auge behalten werden.

Aus ernährungsphysiologischer und gesundheitlicher Sicht sind in Lebensmitteln niedrige Gehalte an SFA und hohe Gehalte an PUFA wünschenswert. Insbesondere die Omega-3-Fettsäuren und die CLA können sich in

Tabelle 5: Milchleistung und Gehalt an Milchinhaltsstoffen in Abhängigkeit von Konservierungsform und Aufwuchs

	Einheit	Konservierungsform (K)			Aufwuchs (A)			RSD	K	p-Werte	
		GF	GS	Heu	1	2	3			A	K × A
Milchleistung und Gehalt an Milchinhaltsstoffen											
Milchleistung	kg	22,9 ^a	21,2 ^b	22,1 ^a	22,3 ^a	22,6 ^a	21,2 ^b	1,5	0,002	0,013	0,008
Energiekorrig. Milchleistung	kg ECM	22,8 ^a	20,4 ^b	21,6 ^a	21,5 ^{ab}	22,3 ^a	21,0 ^b	1,7	<0,001	0,030	0,210
Fett	%	4,19 ^a	3,93 ^b	4,00 ^b	3,91 ^b	4,10 ^a	4,11 ^a	0,26	0,007	0,027	0,290
Eiweiß	%	3,16	3,09	3,16	3,09	3,13	3,19	0,13	0,116	0,106	0,008
Laktose	%	4,58	4,52	4,52	4,56	4,53	4,54	0,11	0,126	0,527	0,700
Harnstoff	mg/100 ml	19,0 ^a	13,0 ^b	14,0 ^b	7,9 ^c	10,8 ^b	27,3 ^a	2,82	<0,001	<0,001	<0,001
Aus NEL-Aufnahme errechnete Milchleistung und Gesamt-Energieaufwand pro kg ECM											
Milch aus Grundfutter	kg	21,8 ^a	18,2 ^b	20,6 ^a	20,6 ^a	22,6 ^a	17,3 ^b	3,3	0,001	<0,001	0,793
Milch aus Gesamtfutter	kg	28,0 ^a	23,8 ^b	27,1 ^a	26,7 ^a	29,0 ^a	23,3 ^b	4,0	0,001	<0,001	0,499
Energieaufwand pro kg ECM	MJ NEL	5,74	5,73	5,87	5,88	5,97	5,50	0,69	0,719	0,071	0,018
Gehalt an MilCHFettsäuren											
SFA	g/100 g FS	72,9 ^b	75,7 ^a	75,8 ^a	75,8 ^a	-	73,8 ^b	1,9	0,002	0,011	0,336
MUFA	g/100 g FS	22,8 ^a	20,3 ^b	19,6 ^b	20,3	-	21,35	1,8	0,001	0,073	0,027
PUFA	g/100 g FS	4,13 ^{ab}	3,85 ^b	4,49 ^a	3,79 ^b	-	4,52 ^a	0,4	<0,001	<0,001	0,020
CLA	g/100 g FS	1,13	0,89	0,98	0,93	-	1,07	0,24	0,079	0,163	0,521
Omega-3-Fettsäuren	g/100 g FS	1,07 ^c	1,26 ^b	1,64 ^a	1,13 ^b	-	1,51 ^a	0,12	<0,001	<0,001	<0,001
Omega-6-Fettsäuren	g/100 g FS	1,85 ^c	1,69 ^b	1,88 ^a	1,71 ^b	-	1,91 ^a	0,15	0,001	0,001	0,443

GF = Grünfutter, GS = Grassilage, RSD = Residualstandardabweichung, ECM = Energie-korrigierte Milchleistung

SFA = Gesättigte Fettsäuren, MUFA = Einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA = Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, CLA = Konjugierte Linolsäure, FS = Fettsäuren

folgenden Bereichen positiv auf den Gesundheitsstatus des Menschen auswirken: Herz-Kreislauf-Erkrankungen (senken Blutfette), Hauterkrankungen (z.B. Neurodermitis), Rheumatismus sowie entzündungshemmende, antikarzinogene, antidiabetogene, anabole, antithrombotische und antiarteriosklerotische Wirkungen (MACRAE et al. 2005, DEHWURST et al. 2006).

Die Grünfutter-Milch enthielt im Vergleich zur Heu- und Grassilage-Milch die niedrigsten Gehalte an SFA und die höchsten Gehalte an MUFA (Tabelle 5), was von MOREL et al. (2006), WYSS et al. (2007) und MOHAMMED et al. (2009) bestätigt wurde. Im vorliegenden Versuch wurden zwischen Grassilage- und Heu-Milch keine Unterschiede in den Gehalten an SFA und MUFA gefunden, was auch SHINGFIELD et al. (2005), WYSS und COLLOMB (2011) und VELIK et al. (2015) gefunden haben.

Im vorliegenden Versuch wurden in der aus Heu erzeugten Milch signifikant höhere Gehalte an PUFA gefunden als in der Grassilage-Milch; die Grünfutter-Milch lag dazwischen (Tabelle 5). Die hohen PUFA-Gehalte der Heu-Milch waren vor allem auf deren hohen Omega-3-Fettsäuren-Gehalt zurückzuführen. Der höhere PUFA-Gehalt von Heu-Milch im Vergleich zu Grassilage-Milch wurde von SHINGFIELD et al. (2005) und VELIK et al. (2015) bestätigt. Auch HUHTANEN et al. (2010) kommen anhand einer Literaturübersicht zu dem Schluss, dass Milch aus Heu-Rationen zumindest tendenziell höhere PUFA-Gehalte enthält als Milch aus Grassilage-Rationen. Wie im vorliegenden Versuch wurden auch von MOREL et al. (2006) in Grünfutter- und Heu-Milch höhere PUFA-Gehalte als in Grassilage-Milch festgestellt. Allerdings fanden MOREL et al. (2006) beim Füttern von Grünfutter- bzw. Heurationen keinen nennenswerten Unterschied in den PUFA-Gehalten der Milch. Auch MOHAMMED et al. (2009) konnten bei Grünfutter höhere PUFA-Gehalte in der Milch als bei Grassilage-Fütterung feststellen. Zusätzlich beobachteten MOHAMMED et al. (2009) auch Unterschiede im Milchfettsäuremuster abhängig von der Grünfuttermulge (Weidefütterung bzw. Eingrasen im Stall). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich in der Literatur zum Einfluss der Graskonservierungsform auf die PUFA der Milch uneinheitliche Ergebnisse finden. Unterschiedliche Versuchsergebnisse zu den Milch-PUFA bei der Fütterung von Gras, Heu bzw. Grassilage können, neben den einleitend erwähnten Ursachen, auf Veränderungen im Fettsäuremuster bzw. oxidative Fettsäureverluste während der Erzeugung und dem Verfüttern sowie auf Unterschiede im Fettstoffwechsel in Pansen, Milchdrüse und Fettgewebe zurückzuführen sein (SHINGFIELD et al. 2005, DEWHURST et al. 2006, GIERUS et al. 2009, HUHTANEN et al. 2010, KALAC und SAMKOVA 2010).

Die Omega-6-Fettsäuren waren in der Grassilage-Milch am niedrigsten, allerdings ist aus Literaturübersichten für Rindfleisch bekannt, dass das Fütterungsregime keinen eindeutigen Einfluss auf den Omega-6-Fettsäuren-Gehalt hat (DALEY et al. 2010). Auch VELIK et al. (2013) konnten beim Vergleich von Alm-, Vollweide-, Heu- und Maissilage-Milch keinen klaren Zusammenhang zwischen Fütterung und Omega-6-Fettsäuren-Gehalt in der Milch feststellen. Das Verhältnis Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren sollte in der menschlichen Ernährung kleiner 5:1 sein. Die Milch aller Gras-Konservierungsformen hatte bei Kraftfutterantei-

len von rund 12 % ein sehr günstiges Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren-Verhältnis von unter 2. Im Vergleich hierzu stellten VELIK et al. (2013) bei Rationen aus rund 10 % Heu, 70 % Maissilage und 20 % Kraftfutter ein Verhältnis von etwa 4:1 fest.

Beim Verfüttern des dritten Aufwuchses waren in der Milch die Gehalte an PUFA signifikant höher als beim ersten Aufwuchs. Auch in VELIK et al. (2013) wurde im Herbst bei Vollweide- und Almmilch ein Anstieg der Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und CLA festgestellt. Laut GIERUS et al. (2009) könnte dies darauf zurückzuführen sein, dass Gras im Herbst verstärkt PUFA einlagert, um den Frost im Winter zu überstehen.

Prinzipiell war der Einfluss von Konservierungsart, Aufwuchs und Kraftfutterart auf das Milchfettsäuremuster moderat. So fanden sich bei den Gehalten an SFA Unterschiede von maximal 4 %. Bei den MUFA, PUFA und Omega-6-Fettsäuren wurden Unterschiede von knapp 20 %, bei den CLA von knapp 30 % und bei den Omega-3-Fettsäuren von rund 50 % festgestellt. VELIK et al. (2013) untersuchten unterschiedlich intensive Milchproduktionssysteme (Alm, Vollweide, Heubasiert, Maissilagebasiert) und fanden bei den SFA Unterschiede von 20 %, bei den MUFA von 60 % und bei den PUFA (CLA und Omega-3) von rund 300 %.

3.6 Blutparameter

Die Ergebnisse zur Blutuntersuchung sind in Tabelle 6 angeführt. Größtenteils zeigen jene Blutparameter, die mit der Energieversorgung zusammenhängen, in der Gruppe Grassilage die höchsten Werte (γ -GT, NEFA, BHB, TG und CHOL). Das stimmt mit der geringeren Energieversorgung dieser Konservierungsform gut überein. Die Gruppe „Grünfutter“ wies den höchsten Gehalt an Blutharnstoff auf, was mit der höchsten Proteinaufnahme dieser Gruppe zu erklären ist.

Säugetiere sind in der Lage, über die Einschmelzung von Körperreserven Nährstoffengpässe auszugleichen (KRON-SCHNABL 2010). Aufgrund ihrer genetischen Veranlagung produziert die Kuh Milch mit höchster Priorität, um das Überleben der Nachkommen zu sichern. Vor allem zu Laktationsbeginn reicht die Nährstoffaufnahme über das Futter für hohe Milchleistungen nicht aus. Daher muss das Tier über die Einschmelzung von Körperreserven Nährstoffe mobilisieren, um das Energiedefizit auszugleichen. Dabei kommt es zu Veränderungen in Muskel-, Fett- und Lebergewebe (KRON-SCHNABL 2010). Die Mobilisation von Nährstoffen belastet den Stoffwechsel der Tiere und führt so zu Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen aufgrund von Organschädigungen. Dabei treten Enzyme aus den Zellen der geschädigten Organe in das Blut aus (DOENECKE et al. 2005). Blutuntersuchungen zielen genau auf diese Enzyme ab, um daraus Rückschlüsse auf den Gesundheitsstatus der Tiere zu erhalten (KRON-SCHNABL 2010).

Die Leberenzyme GLDH und γ -GT, welche verlässliche Aussagen über den Leberstatus zulassen, zeigten ihre höchsten Werte in den Konservierungsformen Grassilage und Heu. Bereits eine geringe Erhöhung des GLDH- und γ -GT-Gehaltes deutet auf ein Problem der Leberfunktion hin, wie z.B. in Folge einer Ketose (FÜRLI et al. 1981). Demgegenüber kommt das Leberenzym AST auch in anderen Geweben als in der Leber vor (KRAFT und DÜRR 2005), wonach

Tabelle 6: Stoffwechselfparameter im Blut in Abhängigkeit von Konservierungsform und Aufwuchs

	Einheit	Konservierungsform (K)			Aufwuchs (A)			RSD	K	p-Werte	
		GF	GS	Heu	1	2	3			A	K × A
Parameter des Energiestoffwechsels											
GLUC	mmol/L	2,97	2,98	3,00	-	2,86 ^b	3,12 ^a	0,16	0,891	<0,001	0,664
AST	U/L	68,0 ^a	57,0 ^b	64,3 ^{ab}	-	64,6	61,6	10,1	0,013	0,395	0,906
GLDH	U/L	11,8 ^b	15,5 ^{ab}	19,1 ^a	-	17,0	13,9	4,3	<0,001	0,056	0,060
γ-GT	U/L	23,9	27,8	25,2	-	25,1	26,2	4,6	0,071	0,508	0,665
TG	mg/dL	15,8 ^{ab}	16,9 ^a	13,9 ^b	-	14,0 ^b	17,1 ^a	2,9	0,012	0,004	0,781
NEFA	mmol/L	0,164	0,202	0,201	-	0,178	0,199	0,074	0,309	0,423	0,783
BHB	mmol/L	0,239	0,524	0,305	-	0,402	0,310	0,421	0,147	0,539	0,423
CHOL	mg/dL	195 ^{ab}	216 ^a	181 ^b	-	196	199	37	0,025	0,860	0,152
TBIL	µmol/L	1,60 ^a	0,90 ^b	0,76 ^b	-	1,10	1,06	0,43	<0,001	0,782	0,561
Parameter des Proteinstoffwechsels											
TP	g/L	66,4	65,6	65,1	-	66,2	65,2	3,1	0,566	0,368	0,594
ALB	U/L	34,1	33,6	33,5	-	34,1	33,4	2,2	0,734	0,362	0,547
UREA	mmol/L	5,37 ^a	4,17 ^b	4,42 ^b	-	3,38 ^b	5,93 ^a	0,69	<0,001	<0,001	0,601
Parameter des Mineralstoffwechsels											
Ca	mmol/L	2,65 ^a	2,41 ^b	2,40 ^b	-	2,62 ^a	2,35 ^b	0,11	<0,001	<0,001	0,048
P	mmol/L	1,61 ^{ab}	1,82 ^a	1,52 ^b	-	1,67	1,63	0,25	0,004	0,623	0,098
K	mmol/L	4,50	4,43	4,63	-	4,55	4,49	0,42	0,372	0,708	0,142
Na	mmol/L	127 ^b	131 ^a	131 ^a	-	131 ^a	128 ^b	1	<0,001	<0,001	0,355
Mg	mmol/L	1,06 ^a	1,01 ^b	1,06 ^a	-	1,08 ^a	1,00 ^b	0,06	0,015	<0,001	0,208
Cl	mmol/L	94,9 ^b	95,6 ^a	96,8 ^a	-	96,2	95,3	1,5	0,005	0,087	0,382

GF = Grünfutter, GS = Grassilage, RSD = Residualstandardabweichung

GLUC = Glucose, AST = Aspartat-Amino-Transferase, GLDH = Glutamat-Dehydrogenase, γ-GT = Gamma-Glutamyl-Transferase,

TG = Triglyceride, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Beta-Hydroxybutyrat, CHOL = Cholesterin, TBIL = Bilirubin

TP = Gesamtprotein, ALB = Albumin, UREA = Harnstoff

Ca = Calcium, P = Phosphor, K = Kalium, Na = Natrium, Mg = Magnesium, Cl = Chlorid

es nur in Verbindung mit den GLDH- und γ-GT-Werten auf eine Leberbelastung hindeutet (Kronschnabl 2010). Weiters können Leberbelastungen als Folge einer Ketose anhand einer negativen Energiebilanz (GASTEINER s.a.) sowie auch durch das Einschmelzen von Körperreserven über einen erhöhten Milchfettgehalt erkannt werden (GEISHAUSER und ZIBELL 1995). Anhand der Energiebilanz konnte sich in keiner der drei Konservierungsformen eine Ketosegefährdung ableiten lassen. Ebenso zeigte sich kein erhöhter NEFA-Gehalt im Blut, welcher im Zuge der Fettmobilisation in Folge eines Energiedefizites zu erwarten gewesen wäre (HARTMANN 1994). Allerdings deutet der im Vergleich zu Grünfutter niedrigere Fettgehalt der Konservierungsformen Grassilage und Heu trotz der höheren GLDH- und γ-GT-Werte nicht auf eine Leberbelastung hin. Den signifikant höchsten Milchnharnstoffgehalt – welcher ebenfalls in Zusammenhang mit Leberbelastungen steht – zeigte die Konservierungsform Grünfutter.

Weiters geben Metaboliten – sogenannte enzymatische Stoffwechselprodukte im Blut – ebenfalls Auskunft über den Gesundheitszustand von Zellen, Geweben und Organen (KRIEGEL und SCHELLENBERGER 2007). Dabei gibt der Bilirubin-Gehalt (TBIL) Rückschluss auf den Gesundheitszustand der Leber und zeigt auch eine Ketosegefährdung an (FÜRLI et al. 1981). Anders als die Leberenzyme wurde der signifikant höchste TBIL-Gehalt in der Konservierungsform Grünfutter ermittelt. Harnstoff, als ein weiterer Metabolit, entsteht beim Abbau von Proteinen und Aminosäuren (FÜRLI et al. 1981) bzw. zeigt ein erhöhter Harnstoffgehalt im Blut eine proteinreiche Ration in Verbindung mit zu wenig Energie an (KRAFT 2005). Die höchsten Harnstoffgehalte wurden bei der Konservierungsform Grünfutter beobachtet. In diesem Zusammenhang sind der hohe Proteingehalt und die signifikant höchste RNB dieser Konservierungsform zu nennen.

Je niedriger der Cholesterin-Gehalt im Blut, desto höher ist die Gefahr einer Leberbelastung (FÜRLI et al. 1981), wonach auf das höchste Lebererkrankungsrisiko bei der Konservierungsform Heu, gefolgt von Grünfutter und Grassilage geschlossen werden kann. Abschließend ist anzumerken, dass außer dem Harnstoffgehalt alle übrigen Blutparameter im Bereich des von KRAFT und DÜRR (2005) angegebenen Referenzspektrums lagen.

4. Schlussfolgerungen

Das Konservierungsverfahren übt einen entscheidenden Einfluss auf den Futterwert, die Futteraufnahme und die daraus erzielbare Milchleistung aus. Hinsichtlich des Futterwertes ergeben sich bei Heuwerbung Unterschiede im Vergleich zum „Ausgangsmaterial“ Grünfutter vor allem durch Bröckelverluste, was den Proteingehalt und die Verdaulichkeit senken kann (in Abhängigkeit vom technischen Stand der Trocknung). Die Verdaulichkeit und Energiekonzentration von Heu und Silage unterschieden sich nicht von einander, waren aber geringer als die von Grünfutter. Die Silage hatte einen geringeren Gehalt an Faser, was durch teilweise Fermentation der Hemizellulose zu erklären ist. Die Fermentation der Nährstoffe im Gärprozess führt weiters zu einem höheren Anteil an sofort löslichen und rasch abbaubaren Nährstoffen. Auffällig ist die signifikant geringere Futteraufnahme der Konservierungsform „Silage“, die jedoch in der Fachliteratur mehrfach beschrieben ist. Als Ursache für die reduzierte Futteraufnahme wird vor allem die negative Wirkung der Gär säuren und der Amine (aus dem Proteinabbau) angeführt. Die geringere Futteraufnahme führte – gegenüber Grünfutter – in der Folge auch zu einer niedrigeren Milchleistung sowie zu einem etwas geringeren Gehalt an Milchinhaltsstoffen. Die Zusammensetzung des Milchfettes war bei Grünfutter

durch den höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren für die menschliche Ernährung signifikant günstiger. Als nachteilig für Grünfutter ist der hohe Eiweißüberschuss anzusehen – mit entsprechend hohen Harnstoffgehalten in Blut und Milch. Abschließend ist festzuhalten, dass die Silierung nach wie vor ein optimales Konservierungsverfahren darstellt, das sich besonders durch geringeres Witterungsrisiko, hohe Schlagkraft und arbeitswirtschaftliche Vorteile auszeichnet. Mit dem Konservierungsverfahren „Heuwerbung“ können beste Grundfutterqualitäten (ähnlich dem frischen Grünfutter) erzeugt werden, die allerdings einen hohen technischen Aufwand für Trocknungsanlagen mit entsprechenden Kosten erforderlich machen.

5. Literatur

- BACHLER, K., 2015: Vergleich einer Stall- mit einer Stundenweide-Haltung bei Milchkühen im Verlauf einer Vegetationsperiode. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 135 S.
- BRAACH, J., 2012: Spezielle Milchinhaltsstoffe bei unterschiedlichen Futterrationen im Vergleich zu graslandbasierter Milch. Universität für Bodenkultur, Wien, Masterarbeit, 76 S.
- BUCHGRABER, K., A. DEUTSCH und G. GINDL, 1994: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, L. Stocker, Graz, 192 S.
- DALEY, C.A., A. ABBOTT, P.S. DOYLE, G.A. NADER und S. LARSON, 2010: A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal* 9 (10), 1-12.
- DEMARQUILLY, C. und R. JARRIGE, 1970: The effect of method of forage conservation on digestibility and voluntary intake. *Proceedings XI International Grassland Congress, Surfers Paradise, Australia*, 733 S.
- DEWAR, W.A., P. McDONALD und R. WHITTENBURY, 1963: The hydrolysis of grass hemicelluloses during ensiling. *J. Sci. Food Agric.* 14, 411-417.
- DOENECKE, D., J. KOOLAN, G. FUCHS und W. GEROK, 2005: *Karlsons Biochemie und Pathobiochemie*. 5. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 803 S.
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE und N.D. SCOLLAN, 2006: Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168-206.
- DOHME, F., 2007: Fettsäuremuster von Milch aus reiner Grasfütterung und Gras-Heufütterung. In: *Der besondere Wert graslandbasierter Milch* (eds: W. Stoll, E. Frioud und M. Lobsiger), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, 108-110.
- DGF (Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft), 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäuremethylester (TMSH-Methode). In: DGF (Hrsg.): *DGF-Einheitmethoden: Deutsche Einheitmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen*. 2. Auflage einschl. 1. Akt.-Lfg., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, s.p.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: *DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 220 S.
- ERIKSSON, S., G. JÖNSSON, S.J. PERSSON und O. WALLIN, 1968: The influence of pelleted and wafered roughage on the rumen digestion, the milk fat content, and the health of cows. *Acta Agriculturae Scandinavica* 18, 168-176.
- FOLCH, J., M. LEES und G.H. SLOANE-STANLY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- FORMAYER, M.H., D.I.A. WEBER und R. FROSCHAUER, 2000: Ermittlung der verfügbaren Feldarbeitstage für die Landwirtschaft in Österreich. Endbericht zum Projekt, BMLFUW, Wien.
- FÜRLI, M., C. GARTL und R. LIPPMANN, 1981: *Klinische Labordiagnostik*. Hirzel-Verlag, Leipzig, 312 S.
- GASTEINER, J., s.a. *Blutanalysen beim Milchrind – Aussagekraft zur Interpretation der Fütterung*. http://www.raumberg-gumpenstein.at/filearchive/fodok_3_7014_blutuntersuchung_manuskript_hefterhof.pdf (28.05.2018).
- GEISHAUSER, T. und K.L. ZIEBELL, 1995: Fett/Eiweiß-Quotient in der Milch von Rinderherden mit Vorkommen von Labmagenverlagerungen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 102, 469-471.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: *Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere*, No. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 136 S.
- GIERUS, M., I. ALTER und F. TAUBE, 2009: Auswirkungen des Fettsäuremusters von Futterpflanzen auf die Fettqualität von Milch und Fleisch. *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 87, 214-233.
- GROSS, F., 1974: Die Silierungsverluste. In: Gross R. und Riebe K. (eds.): *Gärfutter*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 283 S.
- GRUBER, L., M. PRIES, F.J. SCHWARZ, H. SPIEKERS und W. STAUDACHER, 2006: Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkühe. *DLG-Information* 1, 1-29.
- GRUBER, L., R. RESCH, A. SCHAUER, B. STEINER und C. FASCHING, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 57-66.
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER, M. URDL und S. KIRCHHOF, 2010: Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. *VDLUFA-Kongress*, Kongressband, 21.-24. September 2010, Kiel, 633-671.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOTT, T. JILG und A. OBERMAIER, 2004a: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. *VDLUFA-Schriftenreihe* 60, 484-504.
- GRUBER, L., S. GRAGGABER, W. WENZEL, G. MAIERHOFER, B. STEINER und L. HABERL, 2004b: Gehalte an Kohlenhydraten und Protein in Wiesenfutter und Silomais nach dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPs) sowie Einfluss der Konservierung (Grünfutter, Silage, Heu). 116. *VDLUFA-Kongress*, 13.-17. September 2004, Rostock, 366-376.
- HARRIS, C.E. und W.F. RAYMOND, 1963: The effect of ensiling on crop digestibility. *Grass Forage Sci.* 18, 204-212.
- HARTMANN, H., 1994: *Pathobiochemie des Stoffwechsels*. In: Hartmann, H. und Meyer, H. (eds.): *Klinische Pathologie der Haustiere*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, s.p.
- HOEDTKE, S., M. GABEL und A. ZEYNER, 2010: Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen der Zusammen-

- setzung der Rohproteinfraktion. Übersichten zur Tierernährung 38, 157-179.
- HUHTANEN, P., K.H. SÜDEKUM, J. NOUSIAINEN und K.J. SHINGFIELD, 2010: Forage conservation, feeding value and milk quality. *Grassland Science in Europe*, 15, 379-399.
- INEICHEN, S., F. AKERT, H. FREY, U. WYSS, P. HOFSTETTER, H. SCHMID, W. GUT und B. REIDY, 2018: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9, 112-119.
- JANS, F., 1991: Grassilage oder Dürffutter für Hochleistungskühe. *Landwirtschaft Schweiz* 4, 333-336.
- JARRIGE, R., C. DEMARQUILLY und J.P. DULPHY, 1973: The voluntary intake of forages. *Proceedings of the 5th General Meeting, European Grassland Federation 1973, Upsala*, 98-106.
- JURJANZ, S. und V. MONTEILS, 2005: Ruminale Degradierbarkeit von Maisfütterungsmethoden. *Anim. Res.* 54, 3-15.
- KALAC, P. und E. SAMKOVA, 2010: The effect of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: a review. *Czech J. Anim. Sci.* 55, 521-537.
- KIRCHGESSNER, M., G. STANGL, F. SCHWARZ, F. ROTH, K.H. SÜDEKUM und K. EDER, 2014: Tierernährung. 14. Auflage, DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 659 S.
- KIRCHHOF, S., 2007: Kinetik des ruminalen *in situ*-Nährstoffabbaus von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu – ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkuhe. Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 132 S.
- KRAFT, W. und U. DÜRR, 2005: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 6. Auflage. Schattauer Verlag, Stuttgart, 378 S.
- KRIEGEL, T. und W. SCHELLENBERGER, 2007: Bioenergetik und Enzymologie. In: Löffler, G., Petrides, P. E. und Heinrich, P. C. (eds.): *Biochemie und Pathobiochemie*. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 99-139 S.
- KRONSCHNABL, C., 2010: Ermittlung laktationsspezifischer Prognosebereiche zur Beurteilung der Konzentration von Blutparametern beprobter Milchkuhe. Ludwig-Maximilians-Universität, München, 113 S.
- MacRAE, J., L. O'REILLY und P. MORGAN, 2005: Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.* 94, 95-103.
- McDONALD, I., 1981: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 96, 251-252.
- MOHAMMED, R., C.S. STANTON, J.J. KENNELLY, J.K.G. KRAMER, J.F. MEE, D.R. GLIMM, M. O'DONOVAN und J.J. MURPHY, 2009: Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production. *J. Dairy Sci.* 92, 3874-3893.
- MOORE, L.A., W.J. THOMAS und J.F. SYKES, 1960: *Proceedings of the 8th International Grassland Congress, England*, S. 701.
- MOREL, I., U. WYSS und M. COLLOMB, 2006: Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13, 228-233.
- ØRSKOV, E.R., F.D. HOVELL und F. MOULD, 1980: The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5, 195-213.
- ØRSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92, 499-503.
- PALLAUF, J., 1974: Die ernährungsphysiologische Bedeutung der physikalischen Struktur des Rauhfutters für den Wiederkäuer. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 51, 486-498.
- PÖLLINGER, A., 2014: Heutrocknungsverfahren im Vergleich. Abschlussbericht – Heuprojekt, 2010-2013, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 1-10.
- PÖLLINGER, A., C. NEUPER und F. ROHRER, 2013: Technische Möglichkeiten zur Reduktion der Feldverluste bei der Grünlandernte. *Fachtagung für biologische Landwirtschaft*, 7. November 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 129-131.
- RESCH, R., 2007: Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum – Gute Herstellungspraxis für pflanzliche Produkte. *Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen, Jahrestagung*, 21.-22. Mai 2007, Stadtschlaining, 67-69.
- RESCH, R., 2013: Gute Heuqualität erzeugen. *Der fortschrittliche Landwirt* 14, 30-31.
- RESCH, R. und L. GRUBER, 2015: Proteinfraktionen von Dauerwiesenfütterungsmethoden in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer. 42. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning-Donnersbachtal, 49-56.
- SHINGFIELD, K.J., P. SALO-VÄÄNÄNEN, E. PAHKALA, V. TOIVONEN, S. JAAKKOLA, V. PIIRONEN und P. HUHTANEN, 2005: Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows milk. *J. Dairy Res.* 72, 349-361.
- SPIEKERS, H. und V. POTTHAST, 2004: Erfolgreiche Milchviehfütterung. 4. völlig neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 576 S.
- SPIEKERS, H., 2008: Ansprüche der Milchviehhaltung an das Grundfutter vom Grünland. http://www.lfzttest.bayern.de/ipz/gruenland/31542/dt_by_gl_tag_2008_spiekers (30.10.2012).
- STATISTIK AUSTRIA, 2014: Agrarstrukturerhebung 2013. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/bodennutzung/index.html (11.07.2017).
- SÜDEKUM, K.H., 2005: Möglichkeiten und Grenzen einer Standardisierung der *in situ*-Methodik zur Schätzung des ruminalen Nährstoffabbaus. *Übersichten zur Tierernährung* 33, 71-86.
- VAN SOEST, P.J., 1982: *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca und London, 373 S.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 2012: *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) – Bd. III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2190 S.
- VELIK, M., S. BREITFUSS, M. URDL, J. KAUFMANN, A. STEINWIDDER und A. HACKL, 2013: Fettsäuremuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus Maissilage-Ration. 40. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 23-35.
- VELIK, M., L. GRUBER und J. KAUFMANN, 2015: Einfluss von Gras-Konservierungsverfahren auf das Milch-Fettsäuremuster. 42. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning-Donnersbachtal, 75-80.

WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übersichten zur Tierernährung 23, 189-214.

WYSS, U., I. MOREL und M. COLLOMB, 2007: Einfluss der Verfütterung von Grünfutter und dessen Konserven auf das Fettsäurenmuster von Milch:

13. Alpenländisches Expertenforum – Milch und Fleisch vom alpenländischen Grünland, 29. März 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 15-20.

WYSS, U. und M. COLLOMB, 2011: Influence of hay or silage on cow-milk fatty acid composition. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, 29.-31. August 2011, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 100-102.

Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora

Hay quality on Austrian farms in specific consideration of the fungal status afield and storage

Reinhard Resch^{1*} und Gerald Stögmüller²

Zusammenfassung

Die Auseinandersetzung mit Fragen rund um die Heuqualität findet in Österreich regelmäßig und bundesweit seit 2007 statt. Mit dem LK-Heuprojekt 2018 wurde erstmals eine mikrobiologische Untersuchung in das Pflichtprogramm der Teilnehmer aufgenommen. Außerdem wurden von 95 % der Heuproben die Mengen- und Spurenelemente analysiert. Die Gerüstsubstanzeanalyse ist seit 2015 im Programm und mittlerweile „Routine“. Die erweiterten Möglichkeiten das „Universum der Heukonservierung“ besser zu verstehen, brachten in den aktuellen mehrfaktoriellen Auswertungen bereits einige neue Erkenntnisse für die rund 8.000 Heumilchbetriebe in Österreich zu Tage.

Auswirkungen von qualitätsbeeinflussenden Faktoren wie Erntezeitpunkt und einige Schritte im Erntemanagement (Schnitthöhe, Länge der Feldphase, Erntegerät) sowie Effekte verschiedener Heutrocknungsverfahren konnten auch für das überdurchschnittlich warme Jahr 2018 bestätigt werden. Mit der Gerüstsubstanzeanalyse konnte über NDF, ADF- und Ligningehalt herausgearbeitet werden, dass viele Heupartien stängelreich bzw. blattarm waren und damit eine ungünstige Verdaulichkeit und reduzierte Nettoenergiekonzentration aufwiesen. Förderung wertvoller Gräser und Reduktion von Blattverlusten bei der Ernte durch besseres Management stehen somit auf der Agenda der Verbesserungsmaßnahmen ganz oben. Die Eisenuntersuchung brachte hervor, dass die Erdverschmutzung bei 15 % der Heuproben ein Problem und bei weiteren 30 % ein Thema ist, wo noch Qualitätspotential von den Landwirten zu holen wäre.

In der Bewertung der Futterhygiene fiel auf, dass 91 % der untersuchten Heuproben in den drei VDLUFA-Keimgruppen der Feld- und Lagerpilze in die erste Qualitätsstufe fielen und damit für Rinder unbedenklich waren. Bei Heuproben mit folgenden Eigenschaften traten tendenziell höhere Keimzahlen bei verderbanzeigenden Lagerpilzen auf: 1. Aufwuchs, höhere Lagen, höhere Stängelanteile, Futterschmutzung, Bodentrocknung, höhere Schütthöhe am Heustock, Belüftungsdauer ab ca. 72 Stunden. Mit dem Wissen welche Umwelt- und Managementfaktoren die Vermehrung von sporenbildenden

Summary

In Austria, questions regarding hay-quality are regularly discussed since 2007. By means of hay projects (organised by AREC-Raumberg-Gumpenstein, agricultural chambers and work-groups milk-production) some aspects of quality were analysed. Structured carbohydrates (NDF, ADF, ADL) are part of the quality analysis since 2015 and microbiological parameters (fungi) were included 2018. However, advanced facilities of quality assessment could explain the „universe of hay“ with new findings for approx. 8,000 haymilk producing dairy farmers in Austria.

Concerning hay-quality, we confirmed impact of quality increasing factors like date of harvest, conservation management (cutting height, harvest equipment etc.) and different drying technologies, also for the very warm year 2018. Reduction of time on the field and artificial ventilation of hay with warm air achieved higher nutrient-contents and energy-concentrations in hay of first cut. Austrian hay based mostly on forage of permanent grassland. By means of analysis of plant cell wall, we determined high contents of stems and lower percentage of leaves. Consequences of this situation are decreasing digestibility of organic matter and lower net energy concentrations of hay. A great potential for Austrian hay-quality could be found in the improvement of grassland management and avoidance of losses of precious plant leaves. Detection of iron-content in hay showed us a strong relationship to soil contamination. Certainly 15% of analysed hay samples and in addition probably 30% of samples were contaminated with soil.

Microbiological analysis showed us 91% of hay samples were related to first quality in hygienic status (VDLUFA norms for field and storage flora). Hay with following properties was prone to higher microbial counts of spoilage indicating storage flora: first cut, hay of higher altitudes, higher content of stems, soil contamination, ground drying without ventilation at storage, higher fill height on stock and time for ventilation above 72 hours. Knowledge of different factors (environment and management) decreasing spore forming storage flora is important to develop effective strategies against

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wienerstraße 64, A-3100 St. Pölten

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

Lagerpilzen reduzieren, können gezielte Maßnahmen ergriffen werden, die letztlich Nutztiere und insbesondere die Menschen, die regelmäßig mit Heu arbeiten, weniger belasten.

Schlagwörter: Schimmelpilze, Heuverpilzung, Mikrobiologie, Heumanagement, Heuqualität, Heu, Grummet, Trocknungsverfahren

microbial problems regarding farm animals and humans working regularly with hay.

Keywords: mold, funghi, microbiology, hay-management, hay-quality, harvest technique, drying technologies

1. Einleitung

In Österreich verzichten etwa 8.000 Milchviehbetriebe auf den Einsatz von fermentierten Futtermitteln (ÖPUL-Maßnahme Silageverzicht), d.h. diese Landwirte haben als Grundfutterbasis ausschließlich Grünfütter bzw. Heu und Grummet zur Verfügung. Der überwiegende Teil des konservierten Raufutters stammt in Österreich aus Dauergrünlandflächen, die je nach Bewirtschaftungsintensität 2 bis 5 mal (max. 6 mal im Vorarlberger Rheintal) jährlich gemäht werden. Heu wird vom Niederungsgrünland auf 400 m bis zum alpinen Grünland der Bergmäher auf über 2.000 m Seehöhe erzeugt. Österreichische Projektstudien der letzten 10 Jahre ergaben, dass sich die Flächen der Heuproduzenten im Durchschnitt auf rund 885 m Seehöhe befanden.

Der wirtschaftliche Erfolg in der Heumilchproduktion steht in engem Zusammenhang mit der Qualität der wirtschaftseigenen Futtergrundlage, weil etwa 50 % der gesamten Kosten für Futter aufgewendet werden müssen und insbesondere zugekaufte Eiweißfuttermittel kostspielig sind. Die Produktion von hochwertigem Raufutter stellt für viele Betriebe eine Herausforderung im Bereich Pflanzenbestand, Konservierungsmanagement und Trocknungstechnik dar. Problemfelder sind vielfach lückige, verkrautete Wiesen bzw. die Ausbreitung der Gemeinen Rispe (*Poa trivialis*), erdige Futterverschmutzung und hohe Feldverluste durch Abbröckelung.

Die traditionelle Bodentrocknung von Grünlandfutter nutzt ausschließlich die Sonnenenergie zur Futtertrocknung. Dieses Verfahren braucht die längste Feldphase für die Vortrocknung und trägt daher das größte Wetterisiko. Trockenmassegehalte von ca. 800 g/kg FM bei der Ernte erhöhen einerseits die Wahrscheinlichkeit von Qualitätsverlusten durch Abbröckelung der Blattmasse (RESCH et al. 2009) und andererseits das Risiko einer massiven Vermehrung der vorhandenen epiphytischen Mikroflora (ADLER 2002, ADLER et al. 2014) im feuchten Erntegut. Erhitzung von Heustock bzw. Heuballen und die Schimmelpilzvermehrung auf dem Lager stehen meist in Zusammenhang mit dem Wassergehalt des Ernteguts und einer unzureichenden Effizienz des angewendeten Trocknungsverfahrens.

Physikalische Eigenschaften des Futters und anlagentechnische Auslegungen erfordern vom Landwirt technisches Verständnis und Feingefühl in der Anlagenbedienung, ansonsten verursacht die Trocknung hohe Kosten und bringt nicht den optimalen Erfolg. Kaltbelüftungen haben nur einen eingeschränkten Trocknungseffekt. Insbesondere bei kühlen Temperaturen oder hohen Luftfeuchtigkeiten ist die Wasseraufnahme der Luft sehr gering und das reduziert die Effektivität der Heutrocknung (WIRLEITNER et al. 2014). Belüftung mit Kaltluft hat somit Grenzen im Hinblick auf den Wassergehalt des Ernteguts.

Trocknungsverfahren mit Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung können auch bei ungünstigen Lufttemperaturen bzw. -feuchtigkeiten entsprechende Wassermengen aus dem Futter abführen (GINDL 2002). Mit entsprechendem Energieeinsatz könnte mit derartigen Verfahren auch frisches Grünfütter getrocknet werden, allerdings steigen hier die Kosten stark über ein wirtschaftliches Maß hinaus.

Seit dem Jahr 2007 werden bundesweite Heuprojekte von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und den Fütterungsreferenten der Landeslandwirtschaftskammern unter Einbindung der Arbeitskreisberatung Milchproduktion und anderer Projektpartner (LKV, Maschinenring, ARGE Heumilch) organisiert (RESCH 2010, 2011, 2013a, 2013b). Eine zentrale Rolle in den LK-Heuprojekten spielen dabei Qualitätsdaten von Raufutterproben aus der Praxis inklusive Laboranalysen in Kombination mit Fragebogen-Erhebungen zur Arbeitsweise der Heuproduktion. Das Interesse der Heumilchbauern an derartigen Projekten teilzunehmen ist spürbar, da bisher mehr als 3.000 Heuproben mit Laborbefunden und Daten zum Management vorliegen. Nur eine breite Datenbasis ermöglicht die Analyse der IST-Situation von Heu und Grummet und ermöglicht durch Wissensweiterung eine gemeinsame Entwicklung der Raufutterqualitäten in Österreich.

Das LK-Heuprojekt 2018 hat in der Futtermittelanalyse durch die Einbindung der mikrobiologischen Untersuchung in Form der Verpilzung (Feld- und Lagerpilze) und der Gerüstsubstanzzanalyse eine neue Dimension zur ganzheitlicheren Qualitätsbewertung von Heu beschrritten. Mit 600 untersuchten Heuproben setzt dieses Projektjahr neue Maßstäbe für Heumilchbauern. Insbesondere die neuen Daten zur Futterhygiene von Heu können dabei helfen die „Welt des Heus“ besser zu verstehen und damit mögliche gesundheitliche Belastungen der Landwirte durch Optimierung des Managements zu minimieren.

Die praxisgerechte Aufbereitung von aktuellen Erkenntnissen und der Wissenstransfer hin zu den Heumilchbauern sind für die fachliche Weiterbildung essentiell. Dazu braucht es eine effektive Vernetzung von Heumilchbauern, Fachberatung der Landwirtschaftskammern, Arbeitskreisberatung Milchproduktion, landwirtschaftlichem Bildungswesen und der Forschung.

Unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten (Standort, Ausstattung, Arbeitskräfte etc.) ist daher die Qualitätskontrolle durch eine Futterbewertung (Laboruntersuchung, Sinnenprüfung) ein erster Schritt um eigene Schwachstellen/Potentiale kennenzulernen. Auf dieser Basis können Ursachen für Probleme ergründet und Maßnahmen zur Verbesserung festgelegt werden.

2. Material und Methoden

2.1 Probenziehung

Um eine fundierte Aussage zur Qualität eines beprobten Futterstockes treffen zu können, ist die repräsentative Probenziehung Grundvoraussetzung. Bei den österreichischen LK-Heuprojekten wurde die Probenziehung zu ~65 % mit standardisierten Edelstahlbohrern aus dem Heustock bzw. den Heuballen gestochen. Die übrigen Heuproben wurden händisch an mindestens fünf Entnahmestellen beprobt. Die Ziehung der Probe wurde größtenteils durch offizielle Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg) durchgeführt. Von der Gesamtprobe wurden ca. 500 bis 1.000 g für die chemische Analyse an das Futtermittellabor Rosenau in Papierbeuteln bzw. Pappschachteln geschickt. Ein Teil der Probe wurde für die Auswertungsseminare (Arbeitskreisbetriebe) aufbewahrt.

2.2 Fragebogen zum Management

Die Verschneidung zwischen chemischen Untersuchungsparametern und dem Management des Betriebes wurde erst durch die Erhebung verschiedener Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität mittels Fragebogen möglich. Im Erhebungsbogen (*Anhang Fragebogen Heuprojekt 2018*) wurden detaillierte Aspekte vom Landwirt abgefragt.

2.3 Laboruntersuchungen

Die chemische Analyse der Heu- und Grummetproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich in Wieselburg) anhand von Standardmethoden (VDLUFA 1976). Vom Organisationskomitee des LK-Heuprojektes wurde ein Mindestumfang für die Futtermittelanalyse 2018 festgelegt: Weender-Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, Zucker. Die Verpilzung (Feld- und Lagerpilzflora) wurde ebenfalls von allen Heuproben untersucht (VDLUFA 2007a). Bei der Einstufung der Faserstoffe wurde in der Analyse dem neuen Zeitgeist Rechnung getragen, indem die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) von sämtlichen Proben untersucht wurden. Die Rohfaser als auslaufender Parameter wird in den Darstellungen nur mehr als Beifügung für Vergleiche gezeigt. Berechnet wurden das nutzbare Protein (nXP) und die ruminale Stickstoffbilanz (RNB). Die Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), metabolische Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) wurden mittels Regressionskoeffizienten nach GRUBER et al. (1997) geschätzt.

2.4 Datenbasis

Für die vergleichenden Untersuchungen wurden Daten aus den LK-Heuprojekten seit 2007 herangezogen. Insgesamt standen 3.264 Datensätze mit chemischen Analysen, davon 600 aus dem Jahr 2018 zur Verfügung. Von den meisten Heuanalysen waren auswertbare Fragebogendaten vorhanden. Die Projektteilnehmer kamen vorwiegend aus den westlichen Bundesländern (Tirol, Vorarlberg und Salzburg). Die meisten Proben konnten dem 1. Aufwuchs (45 %) zugeordnet werden. Auf den 2. Aufwuchs entfielen 34 %, der Rest von 21 % auf die nachfolgenden Aufwüchse. Um eine

statistische Auswertung der Aufwüchse 3 bis 6 zu ermöglichen, wurden diese Proben in einer Gruppe zusammengefasst. Im LK-Heuprojekt wurden auch verhältnismäßig wenige Raufutterproben eingeschickt, welche aus einer Mischung zwischen 1. und anderen Aufwüchsen bestanden. Diese Mischproben konnten in punkto Futterqualität nicht ausgewertet bzw. zugeordnet werden, weil die Aufwüchse sehr heterogen sind; somit fehlen sie in dieser Arbeit. Im Erhebungsbogen wurde die Futterzusammensetzung der eingesendeten Heuprobe abgefragt. 98 % der Proben stammten aus Dauergrünlandflächen, der Rest teilte sich auf Feldfutter (Rotklee, Luzerne, Klee gras, Luzerne gras) auf. Die geringe Probenanzahl bei Feldfutter war statistisch nicht auswertbar, daher wurde auf eine Darstellung verzichtet.

Die Fragebogendaten wurden in den Landwirtschaftskammern der Bundesländer über eine einheitliche MS-Access-Eingabemaske erfasst und kontrolliert. Die Analysendaten aus Rosenau wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in die Datenbank importiert. Nach Sammlung der gesamten Daten erfolgte eine Plausibilitätsprüfung und Validierung der Daten.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgrafics Centurion (Version XVII) und mit IBM SPSS Statistics (Version 25) durchgeführt. Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode TUKEY-HSD (**H**onestly **S**ignificant **D**ifference) durchgeführt. Die berechneten P-Werte beziehen sich auf ein Konfidenzniveau von 95 %. Signifikante P-Werte sind in den Tabellen mit fetter Schrift dargestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung von Daten aus den LK-Heuprojekten verfolgt das Ziel Heuqualitäten aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, um Erkenntnisse im Sinne einer qualitativ positiven Entwicklung zu erarbeiten und diese zwischen Forschung, Lehre, Beratung und Praxis diskutieren zu können. In diesem Beitrag werden Einflussfaktoren und deren Wirkung auf die chemische und mikrobiologische Heuqualität von Heuproben aus Österreich besprochen.

3.1. Erntezeitpunkt 1. Aufwuchs

Ein maßgeblicher Einflussfaktor auf die Futterqualität ist das Datum der Futterernte, welches in unmittelbarem Zusammenhang mit dem pflanzlichen Vegetationsstadium steht (GRUBER et al. 2011). Im LK-Heuprojekt wurden die Einflüsse auf den Erntezeitpunkt im 1. Aufwuchs unter Verwendung von vier kategorialen Variablen und der Seehöhe als Covariate mit einem linearen Modell untersucht (*Tabelle 1*).

Die Streuung der Erntezeitpunkte konnte mit dem linearen Modell zu ~60 % (R^2) erklärt werden. Die Seehöhe übte den stärksten Einfluss auf den Erntezeitpunkt aus. Auf einer mittleren Seehöhe von 885 m wurde das Heu im Durchschnitt am 9. Juni geerntet. Eine Zunahme von 100 m Seehöhe bewirkte eine Verzögerung des Erntetermines um 3,9 Tage. Ein

Tabelle 1: Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Faktor	P-Wert	1	2	3	4	5	6	7
Projektjahr	< 0,01	2007–2010 12. Juni	2012 10. Juni	2015 09. Juni	2018 06. Juni			
Bundesland	< 0,01	Kärnten 12. Juni	Niederösterreich 26. Juni	Oberösterreich 10. Juni	Salzburg 06. Juni	Steiermark 05. Juni	Tirol 07. Juni	Vorarlberg 01. Juni
Wirtschaftsweise	< 0,01	Bio 09. Juni	UBB 06. Juni	UBB+Verzicht 08. Juni	Konventionell 14. Juni			
Trocknungsverfahren	< 0,01	Bodentrocknung 15. Juni	Kaltbelüftung 08. Juni	Warmbelüftung 05. Juni				
Seehöhe (Mittelwert 885 m)	< 0,01							

Gunstlagenbetrieb auf 500 m Seehöhe erntete demnach im Durchschnitt am 25. Mai, während ein Bergbetrieb auf 1.300 m mit der Heuernte erst am 25. Juni begann. Die Seehöhe hat auch eine Wirkung auf die Nutzungshäufigkeit (Mahd- und Weidenutzung) der Grünlandflächen. Zweischnittflächen lagen im Durchschnitt auf einer Seehöhe von ~1.300 m und Flächen mit fünf Nutzungen auf unter 700 m (Abbildung 1). Rund 44 % der Proben aus dem LK-Heuprojekt 2018 stammten von Grünlandflächen mit jährlich vier Nutzungen und 31 % mit dreimaliger Nutzung. Auf intensive Gunstlagenflächen mit fünf Nutzungen entfielen 17 % der Proben. Die restlichen 8 % der untersuchten Proben wurden auf Zweischnittflächen geerntet.

Auf Basis gleicher Seehöhe konnten zwischen den Bundesländern signifikante Unterschiede im Erntedatum des 1. Aufwuchses festgestellt werden. Am frühesten ernteten im Durchschnitt die Vorarlberger und mehr als 3 Wochen später die Niederösterreicher. Schließlich hatte auch die Wirtschaftsweise einen signifikanten Effekt auf das Erntedatum. ÖPUL-Betriebe (Maßnahme Bio, UBB) mähten das Heu um mindestens fünf Tage früher als „konventionelle“ Betriebe.

Mit einer Warmbelüftung ausgestattete Betriebe ernteten das Heu auf gleicher Seehöhe um 10 Tage früher als Betriebe

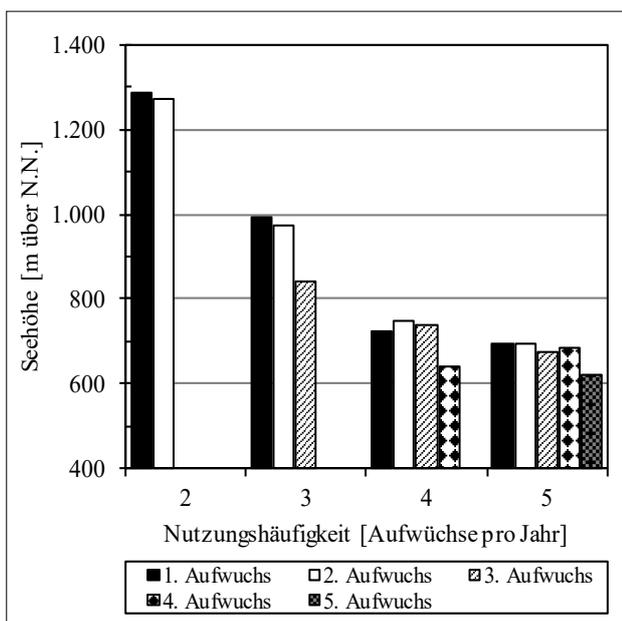


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Seehöhe und Nutzungshäufigkeit auf Heubetrieben (LK-Heuprojekt 2018)

mit Bodentrocknung ohne Heubelüftung. Die statistische Analyse der bisherigen Heuprojekte zeigte auch einen signifikanten Jahreseffekt. Seit Beginn der LK-Heuprojekte im Jahr 2007 zeichnet sich ein Trend hin zu früheren Erntezeitpunkten ab. Die Ernte im Jahr 2018 erfolgte um 6 Tage früher als vor 10 Jahren (Tabelle 1).

3.2 Chemische Parameter und Heuqualität

Für die Beschreibung von Futterqualitäten haben sich Parameter aus der chemischen Laboranalyse, ermittelt mit standardisierten Methoden (VDLUF 1976), bewährt. Nachstehend wurden verschiedene Parameter tabellarisch dargestellt, um Heuqualitäten in Österreich anhand einer deskriptiven Auswertung einstuft zu können. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden neben Gesamtmittelwert, Standardabweichung und Probenanzahl auch die Mittelwerte der letzten Projektjahre sowie Median, Minimum, Maximum und die Quartile (unteres bzw. oberes Viertel) angeführt. Qualitätstabellen für Heu, die zusätzlich auf das Vegetationsstadium der Pflanzenbestände Rücksicht nehmen, bieten die „Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) bzw. die „DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (DLG 1997) für Deutschland.

Aufgrund der erheblichen Qualitätsunterschiede bei Dauerwiesenfutter im Verlauf der Vegetationsperiode, werden in dieser Arbeit die einzelnen Aufwüchse separat angeführt (Tabelle 2 und Anhang Tabelle 1 bis 3).

Die TM-Gehalte der Heuproben waren im 1. Aufwuchs bis auf 0,3 % der Proben unbedenklich, weil die Werte über 870 g/kg FM lagen. Es ist anzunehmen, dass Probenverpackung (Papiersack) und die Zeit zwischen Probenziehung und Analyse den TM-Gehalt erhöhten, allerdings können wir hier die Größenordnung der Einflüsse nicht fassen. Unter exakten Versuchsbedingungen konnte beobachtet werden, dass innerhalb von 7 Tagen nach der Einfuhr des Erntegutes ein TM-Gehalt von mehr als 870 g/kg FM erreicht werden konnte (RESCH 2014). Dieser Zeitraum kann sich bei bodentrocknetem Heu und ungünstigen Wetterbedingungen noch wesentlich länger hinauszögern.

Die großen Qualitätsunterschiede in der österreichischen Heuqualität von Dauerwiesen zeigen sich allein schon in der Spannweite der Rohprotein- und NDF-Gehalte (Abbildung 2). Aus qualitativer Hinsicht war der mittlere Rohproteingehalt im 1. Aufwuchs mit 110 g/kg TM gering. So liegt der Proteinbedarf von Milchkühen in der Laktation mit 140 bis 160 g XP/kg TM deutlich höher (GFE 2001). Die Folgeaufwüchse (Grummet) enthielten bei gleichen

Tabelle 2: Übersicht Heuqualität Österreich 1. Aufwuchs (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Einheit	2012	2015	2018	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	Min.	25	Perzentile 50	75	Max.
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	914	920	921	916	11,7	1.472	851	908	916	923	965
Rohprotein (XP)	g/kg TM	112	111	118	110	22,0	1.470	59	95	107	120	227
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	126	121	126	123	9,2	1.450	93	117	123	129	162
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	-2,4	-1,6	-1,1	-2,1	2,4	1.450	-8	-4	-3	-1	12
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	479	527	517	523	58,7	442	386	482	524	567	688
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	329	313	329	327	34,7	409	202	305	325	351	443
Lignin (ADL)	g/kg TM	57	44	49	50	10,9	408	21	43	49	56	95
Zucker (XZ)	g/kg TM	138	135	137	134	31,7	945	0	115	135	156	304
Rohfaser (XF)	g/kg TM	264	291	279	281	33,7	1.470	157	257	281	304	412
Rohfett (XL)	g/kg TM	30	26	28	28	3,7	1.436	15	26	28	30	38
Rohasche (XA)	g/kg TM	88	89	85	87	18,7	1.468	47	74	84	95	230
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	71,5	67,8	69,5	69,1	4,4	1.446	55,2	66,0	69,1	72,1	83,9
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,89	9,32	9,63	9,55	0,65	1.468	6,94	9,09	9,51	9,97	11,65
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,89	5,48	5,70	5,64	0,47	1.451	3,96	5,31	5,62	5,94	7,23
Kalzium (Ca)	g/kg TM	7,3	6,5	7,4	6,9	2,1	1.373	2,8	5,4	6,6	8,0	19,2
Phosphor (P)	g/kg TM	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6	1.373	1,0	1,9	2,4	2,8	5,0
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,5	2,4	2,5	2,5	0,9	1.373	1,1	2,0	2,3	2,8	17,7
Kalium (K)	g/kg TM	20,7	22,4	22,6	21,6	5,1	1.372	8,7	17,8	21,1	24,9	40,5
Natrium (Na)	g/kg TM	0,40	0,29	0,30	0,31	0,34	1.373	0,06	0,17	0,24	0,34	5,08
Eisen (Fe)	mg/kg TM	544	717	501	548	452	428	69	240	400	688	3.498
Mangan (Mn)	mg/kg TM	90,2	94,0	94,9	93,6	50,1	428	6,7	59,7	83,0	115,9	388,5
Zink (Zn)	mg/kg TM	31,4	32,1	32,4	32,3	13,4	428	15,3	25,6	29,9	36,0	174,5
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	6,0	8,0	6,7	6,8	1,5	428	3,2	5,5	6,6	7,7	12,1

NDF-Gehalten rund 20 g höhere Rohproteingehalte als der 1. Aufwuchs (Abbildung 2). Der Jahreseinfluss auf den Proteingehalt ist erheblich, das zeigte sich im Jahr 2018 mit durchschnittlich guten XP-Gehalten von 118 g/kg TM (Tabelle 2). Im 1. Aufwuchs lag die N-Bilanz im Pansen zum überwiegenden Teil im negativen Bereich, d.h. es ist bei dessen ausschließlicher Futtervorlage eine Proteiner-gänzung durch positiv bilanzierende Futtermittel nötig, um den Bedarf zu decken.

Im Hinblick auf die gesamten Zellwandbestandteile (NDF) lagen 68 % der Heuproben im Orientierungsbereich für gute

Heuqualität (STÖGMÜLLER und RESCH 2017) von 430 und 535 g/kg TM (Abbildung 2). Rund 20 % der untersuchten Proben wurden aus qualitativer Sicht zu spät geerntet. Heu mit sehr geringer Strukturwirkung (NDF < 400 g/kg TM) wurde von 5 % der Einsender konserviert. Derartig junges Futter sollte nur in Kombination mit strukturwirk-samen Futtermitteln vorgelegt werden. Die Varianz von Rohproteingehalten bei gleichen NDF-Gehalten ist nach RESCH et al. (2015) auf den Pflanzenbestand, aber auch auf Verlust an Blattmasse durch Abbröckelung im Zuge der Heuwerbung zurückzuführen. Zwischen Stängelanteil und

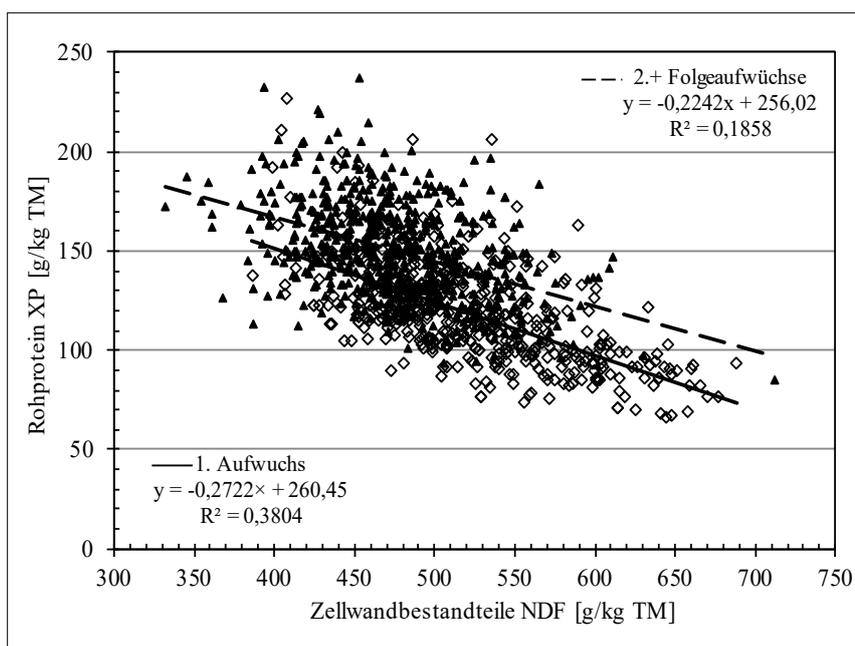


Abbildung 2: Beziehung NDF und Rohprotein im Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (LK-Heuprojekte 2012 bis 2018)

ADF-Gehalt (Zellulose und Lignin) besteht eine positive Beziehung, d.h. höhere ADF-Werte weisen prinzipiell auf höhere Stängelanteile hin (Abbildung 3). Der 1. Aufwuchs und die Folgeaufwüchse unterschieden sich in der Beziehung NDF zu ADF nur geringfügig, das zeigen die linearen Trendlinien. Aus Sicht einer günstigen Verdaulichkeit wären ADF-Gehalte unter 300 g/kg TM erstrebenswert. In der Praxis schafften das im Jahr 2018 weniger als 25 % der Probeneinsender. Heu aus Dauerwiesenfutter weist in Österreich trotz gut gewähltem Erntezeitpunkt im Durchschnitt einen erhöhten Stängelanteil auf, welcher sich qualitätsreduzierend auf die Verdaulichkeit der organischen Masse und auf die Futterenergie auswirkt.

Daher sollten neben der Wahl des optimalen Erntezeitpunktes (Ähren-/Ris-penschieben der Leitgräser Knaulgras bzw. Goldhafer) auch pflanzenbauliche Lenkungsmaßnahmen blattreiche-

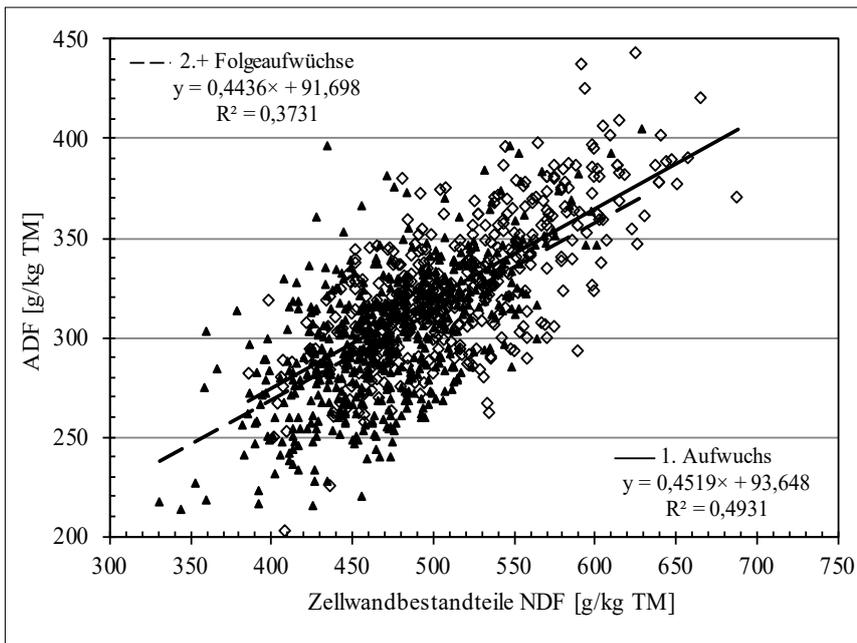


Abbildung 3: Beziehung NDF und ADF im Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (LK-Heuprojekt 2012 bis 2018)

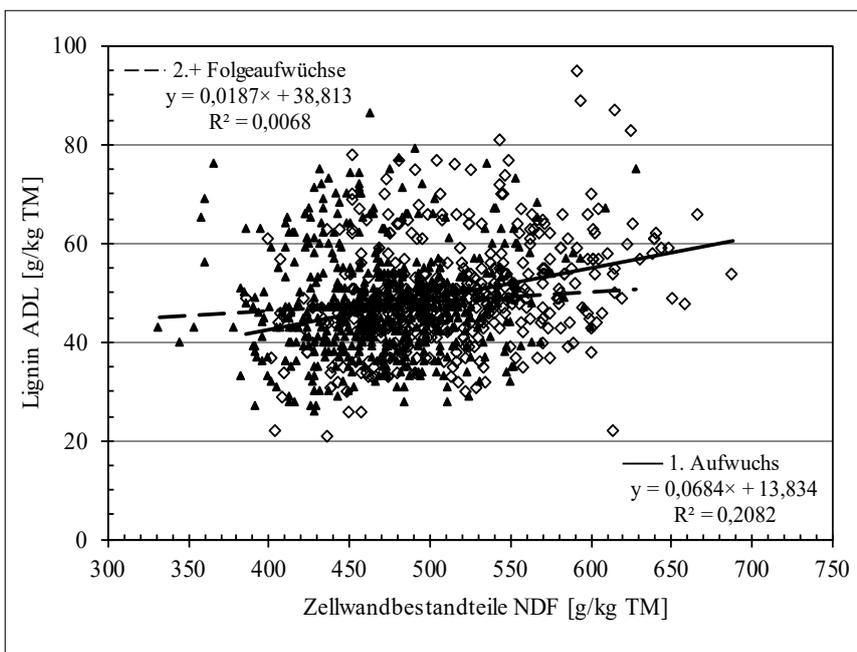


Abbildung 4: Beziehung NDF und Lignin (ADL) im Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (LK-Heuprojekt 2012 bis 2018)

re Futterpflanzen fördern sowie schonende Ernte- bzw. Trocknungsverfahren die Bröckelverluste an wertvoller Blattmasse reduzieren.

Nach DACCORD et al. (2001) korreliert der Stängelanteil positiv mit dem Ligningehalt (ADL). Lignin ist unverdaulich, daher wirken sich schon 10 g ADL entsprechend negativ auf die Verdaulichkeit der organischen Masse aus (RESCH und STÖGMÜLLER 2017). Erstrebenswert wären Ligningehalte von weniger als 45 g/kg TM. Diese ADL-Zielvorgabe erreichten 38 % der untersuchten Heuproben (Abbildung 4).

Ein ganz wesentlicher Aspekt der Futterqualität, der in der Praxis vielfach unterschätzt wird, betrifft die Futterverschmutzung mit Erde. Der Rohaschegehalt ist nach RESCH et al. (2014b) ein ungenauer Parameter zur Einstufung des Verschmutzungsgrades. Im Boden ist meistens viel Eisen enthalten, sodass bei einer Futterverschmutzung der Eisengehalt im Heu stark ansteigen kann.

In *Abbildung 5* zeigt sich eine enge Beziehung zwischen Rohasche- und Eisengehalt. Die Anwendung der Orientierungswerte für Rohasche (< 100 g/kg TM) bzw. Eisen (< 500 mg/kg TM) ergab, dass im Fall von Rohasche insgesamt 31 % der Proben wahrscheinlich eine Verschmutzung aufwiesen. Die Bewertung über den Eisengehalt ergab einen Anteil von 45 % der Proben mit wahrscheinlicher Erdverschmutzung. Die Untersuchung der Diskrepanz in *Abbildung 5* zeigt, dass 20 % der Heuproben mit Rohaschegehalten unter 100 g/kg TM dennoch überhöhte Eisengehalte aufwiesen und somit eine Futterverschmutzung nahe liegen könnte. Andererseits konnten wir feststellen, dass 4 % der Heuproben mit Rohaschegehalten über 100 g/kg TM aufgrund geringer Eisengehalte (< 500 mg/kg TM) wahrscheinlich nicht verschmutzt waren. Für die Praxisbewertung der Futterverschmutzung mittels Rohaschegehalt besteht auf jeden Fall eine nicht unerhebliche Unsicherheit bei niedrigen Rohasche-Gehalten.

Die Wechselwirkung zwischen Schnitthöhe bei der Mahd und der Art des eingesetzten Mähgerätes war in punkto Eisengehalt deutlich ausgeprägt. Im Durchschnitt lagen die Eisengehalte im Fall von Rasierschnitt (Schnitthöhe < 5 cm) bei 1.063 mg bzw. bei 611 mg (Schnitthöhe 5 bis 7 cm) und 559 mg Fe/kg TM (Schnitthöhe > 7 cm). Mähwerke mit Mähauflbereiter wurden in ca. 25 % der Untersuchungen auf einer mittleren Seehöhe von 680 m, also in der Gunstlage, eingesetzt. Die durchschnittlichen Eisengehalte erreichten 540 mg/kg TM, bei einer Schnitthöhe unter 5 cm sogar weniger als 500 mg Fe/kg TM. Im Gegensatz dazu wurden Messerbalken-Mähwerke hauptsächlich in den hängigen Berglagen auf einer Seehöhe von ~1.140 m verwendet. Mit dieser Technik lagen die Eisen-Gehalte bei einer Schnitthöhe unter 5 cm bei ~1.450 mg/kg TM und bei Schnitthöhe über 5 cm auch noch über 600 mg Fe/kg TM. In den Berglagen ist die verschmutzungsfreie Heuernte offensichtlich schwieriger, d.h. hier wäre für die Betriebe durchaus Qualitätspotenzial vorhanden.

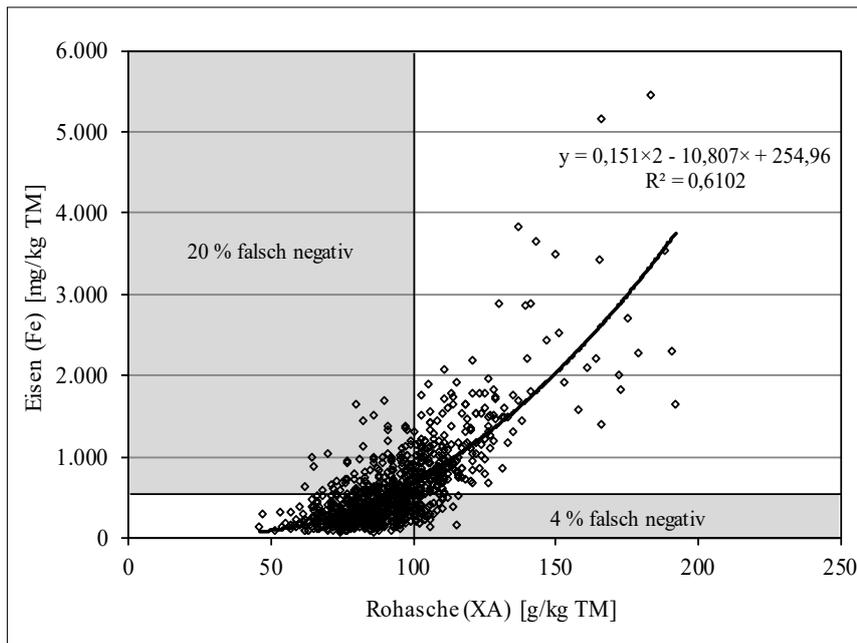


Abbildung 5: Beziehung zwischen Rohasche- und Eisengehalt im Heu aus Österreich (LK-Heuprojekt 2007 bis 2018)

3.3 Verpilzung von Heuproben in Österreich

Mit der Untersuchung futterhygienischer Aspekte (Verpilzung) von Heuproben aus dem Heulager wurde im LK-Heuprojekt eine für die landwirtschaftliche Praxis erweiterte Möglichkeit der Bewertung von Heuqualität eröffnet (VDLUFA 2007a). Bis dato wurden keine so breit angelegten mikrobiologischen Analysen von Heuproben aus Praxisbetrieben durchgeführt, daher ist diese Studie ein wichtiger Ansatz, um Art und Größenordnung der Verpilzung im Heu mit vorhandenen Ergebnissen und Systemen vergleichen zu können (Tabelle 3).

Im gelagerten Heu treten Mikroorganismen in Form von Gruppen verschiedener Bakterien- und Pilzarten auf. Nach UNDI et al. (1997) werden Pilze unter jenen Umweltbedingungen in größerer Zahl nachgewiesen, unter denen sie am besten überleben oder konkurrieren können. Abgesehen vom betreffenden Substrat sind der Feuchtigkeitsgehalt bzw. der verfügbare Wassergehalt und die Temperatur die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Vermehrung der Mikroflora im gelagerten Heu (KASPERSSON et al. 1984). Die meisten Pilzarten treten in einem Temperaturbereich von 10

bis 40 °C auf (ADLER 2002). Höhere Feuchtigkeit bei der Einlagerung führt zu einem stärkeren Temperaturanstieg im Erntegut, sodass bei Temperaturen über 40 °C die wenig thermotoleranten Arten aus der produkttypischen Feldflora rasch zurückgehen (WITTENBERG 1997) und häufig von einer Lagerflora abgelöst werden.

Da im LK-Heuprojekt 2018 weder der verfügbare Wassergehalt im Erntegut noch die Temperaturverhältnisse nach der Einlagerung bekannt waren, können dennoch die Keimzahlen und die nachgewiesenen Pilzarten einen gewissen Rückschluss auf die Verhältnisse der Heukonservierung geben. Bei geringeren Temperaturen und rasch schwindender Feuchtigkeit im Heulager werden tendenziell produkttypische Gattungen der Keimgruppe 4, also Hyphomyceten (*Acremonium*, *Cladosporien*, *Colletotrichum*, *Verticillien*) dominieren. Gelegentlich können auch toxinogene Pilze der

Gattungen *Fusarium* und *Alternaria* auftreten. *Coelomyceten* sind nach WITTENBERG (1997) die wichtigste und häufigste Gattung der produkttypischen Feldflora.

Die Entwicklung von verderbanzeigenden Mikroorganismen der Lagerflora hängt primär vom Feuchtigkeitsgehalt des Heus im Zusammenwirken mit der Temperatur und der Effektivität der Belüftung ab (REISS 1986). Eine verderbanzeigende Lagerpilzflora ist in der Regel von einer geringeren Artenvielfalt gekennzeichnet. Sporenbildende Pilze wie *Wallemia sebi* bzw. *Aspergillus glaucus* oder *Mucorales* treten häufig bei Feuchtigkeiten von 20 bis 25 % und Temperaturen bis maximal 35 °C dominant in Erscheinung (ADLER et al. 2014).

Wir konnten beobachten, dass sich die Artenvielfalt bei zwei Drittel der untersuchten Proben auf vier Pilzarten beschränkte. Die maximale Anzahl je Probe betrug acht verschiedene Pilzspezies (Tabelle 4). Von der Feldflora waren am häufigsten *Coelomyceten*, *Cladosporien* und *Fusarien* sowie *Aureobasidien* dominant vertreten. In 80 % der Heuproben war eine Feldpilzart aus Keimgruppe 4 der dominierende Pilz. Trat eine Lagerpilzflora in Erscheinung,

Tabelle 3: Orientierungswerte des VDLUFA für produkttypische und verderbanzeigende Mikroorganismen in Heu, zusammengefasst zu Keimgruppen (KG) 1 bis 7 (VDLUFA 2007b)

Keimgruppen (KG)	Wichtige Indikatorkeime, u.a.	Orientierungswert
	Mesophile aerobe Bakterien	x 10⁶ KBE/g
KG 1	Produkttypische Bakterien	30
KG 2	Verderbanzeigende Bakterien	2
KG 3	Verderbanzeigende Bakterien	0,15
	Schimmel- und Schwärzepilze	x 10³ KBE/g
KG 4	Produkttypische Pilze	200
KG 5	Verderbanzeigende Pilze	100
KG 6	Verderbanzeigende Pilze	5
	Hefen	x 10³ KBE/g
KG 7	Verderbanzeigende Hefen	150

*KBE = kolonienbildende Einheiten je g Frischmasse (FM)

Tabelle 4: Identifizierte Pilzarten der VDLUFA-Keimgruppen 4 bis 6 im Heu aus österreichischen Praxisbetrieben und deren Rang in der Dominanz des Auftretens (LK-Heuprojekt 2018)

KG	Spezies	Anzahl an Proben und Dominanz (Stetigkeit) der Spezies							
		Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Rang 7	Rang 8
4	Coelomyceten	275	141	1	24	4	0	0	0
4	Cladosporien	109	135	101	48	15	3	1	0
4	Fusarien	72	148	1	66	16	2	1	0
4	Aureobasidium	8	41	69	81	28	7	1	0
4	Alternaria	2	1	17	32	13	4	2	0
4	Demiatacean	0	0	53	0	0	0	0	0
4	Acremonium	0	0	2	2	1	0	0	0
5	Aspergillus glaucus	56	52	55	46	20	0	0	0
5	Walleimia	50	15	12	18	23	6	2	0
5	Aspergillus fumigatus	5	22	16	13	6	4	0	0
5	Aspergillus niger	0	6	8	14	12	4	2	1
5	Penicillien	3	0	9	2	0	0	0	0
5	Aspergillus ochraceus	1	1	2	1	0	0	0	0
5	Aspergillus flavus	0	0	0	0	0	1	0	0
6	Mucor	1	6	182	29	21	15	5	0
6	Rhizopus	0	0	2	2	2	4	3	0

waren insbesondere *Aspergillus glaucus*, *Walleimia sebi* sowie *Aspergillus fumigatus* dominant. In 20 % der Heuproben dominierte ein sporenbildender Verderbanzeiger aus Keimgruppe 5 die Flora. *Mucorales* (Keimgruppe 6) kamen nur in einem Fall als dominanteste Art zur Geltung. Das liegt daran, dass diese Pilze auf den Nährböden schlechter

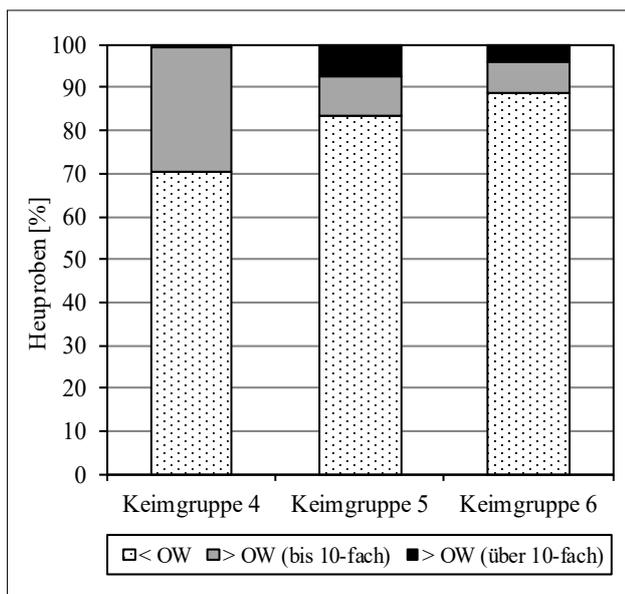


Abbildung 6: Pilz-Keimgruppen im Heu nach VDLUFA (2007b) und deren relative Häufigkeiten in Bezug auf Orientierungswerte (584 Proben aus LK-Heuprojekt 2018)

anwachsen und die Keimzahlen auf dem Nährboden wesentlich geringer sind als bei sporenbildenden Pilzen. Der Orientierungswert für *Mucorales* liegt deswegen bei 5.000 KBE/g FM, um diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Zur allgemeinen Situation der Verpilzung von Heuproben aus dem Jahr 2018 kann für Österreich festgestellt werden, dass rund 91 % der vorliegenden Keimzahlen die VDLUFA-Orientierungswerte in den Keimgruppen 4, 5 und 6 um weniger als das 10-fache überschritten (*Abbildung 6*). Nach VDLUFA (2007b) sind Heupartien für die Verfütterung an Rinder der ersten Qualität zuzuordnen, wenn die Keimzahlen (KBE) die jeweiligen Orientierungswerte (*Tabelle 3*) bis zum 10-fachen übertreffen. Eine Zuordnung zur zweiten Qualität erfolgt im Fall, wenn die Keimzahl der verderbanzeigenden Pilze aus den Keimgruppen 5 und/oder 6 den VDLUFA-Orientierungswert um mehr als das 10-fache übersteigt. Für Rinder ist die zweite Qualität als gesundheitlich unbedenklich einzustufen. Dennoch sind Heuproben der zweiten Qualität nicht mehr für den Verkauf zulässig, weil sie laut Futtermittelrecht automatisch als verdorben deklariert werden müssen.

Für eine Bewertung der mittleren Keimzahlen der Feld- und Lagerpilzflora ist es erforderlich den Median als statistische Bezugsgröße zu wählen und nicht den arithmetischen Mittelwert. Aufgrund der extremen Differenzen würde der arithmetische Mittelwert die durchschnittliche Situation aufgrund teilweise sehr hoher Extremwerte verzerren. *Tabelle 5* bietet neben *Abbildung 6* einen allgemeinen Überblick zur mikrobiologischen Situation der Heuproben aus dem LK-Heuprojekt 2018 in Österreich.

Tabelle 5: Mittlere Keimzahlen und Standardabweichungen von Feld- und Lagerpilzen in Heuproben aus Österreich in Bezug auf die VDLUFA-Keimgruppen (LK-Heuprojekt 2018)

VDLUFA-Orientierungswert (OW)	Zuordnung	Keimgruppe (KG)	< OW			> OW (bis 10-fach)			> OW (über 10-fach)		
			Median	Std. abw.	% Proben	Median	Std. abw.	% Proben	Median	Std. abw.	% Proben
OW für KG 4	4	88.000	62.762	70,4	300.000	254.573	29,1	2.860.000	6.771.462	0,5	
	5	0	1.563.726		0	2.770.147		450.000	520.481		
	6	0	119.713		0	35.002		220.000	155.349		
OW für KG 5	4	127.500	155.263		162.500	1.942.529		240.000	533.027		
	5	0	16.672	83,2	265.500	240.084	9,4	2.813.000	6.007.118	7,4	
	6	0	3.230		0	99.689		0	346.154		
OW für KG 6	4	130.000	210.195		180.000	180.592		150.000	2.903.475		
	5	0	1.694.587		13.200	289.552		1.145.000	5.549.004		
	6	0	728	88,5	12.000	11.523	7,4	140.000	429.737	4,1	

Unter der Bedingung, dass die Keimgruppe 4 geringere Keimzahlen als der VDLUFA-Orientierungswert aufwies (< OW) zeigte sich, dass ~70 % der untersuchten Heuproben in diese Kategorie fielen und eine mittlere Keimzahl von 88.000 KBE/g FM in der Feldpilzflora (KG 4) aufwiesen. Diese Proben enthielten im Durchschnitt keine sporenbildenden Lagerpilze (KG 5 und KG 6). Ordnet man die Proben nach den VDLUFA-Orientierungswerten für die Keimgruppe 5 zu, dann fielen ~83 % der untersuchten Proben in diese Kategorie. Die mittlere Keimzahl für Keimgruppe 5 betrug 0, jene der Keimgruppe 4 lag bei 127.500 KBE/g FM. Dieses Prinzip kann entsprechend auf Bereiche mit Keimzahlen oberhalb der Orientierungswerte umgelegt werden (Tabelle 5), um die Keimzahlverhältnisse in der Praxis zu erklären.

In der Auswertung wurden Beziehungen zwischen Parametern aus der chemischen Analyse und der Verpilzung von Heuproben untersucht. Nach STRAUß und SCHOCH (2003) kann fehlerhaftes Management wie Schnitzeitpunkt, Mahd bei zu geringer Schnitthöhe, Pressdichte bei Ballen etc. zu einer Beeinträchtigung der mikrobiologischen Qualität des Erntegutes führen. Mit dem Erntetermin kann nach GRUBER et al. (2018) eine Beziehung zu den Gerüstsubstanzen hergestellt werden. Der NDF-Gehalt, als Summe von Hemizellulose-, Zellulose- und Ligningehalt, zeigte hinsichtlich einer Beziehung zu den VDLUFA-Keimgruppen 4 bis 6 gewisse Tendenzen (Abbildung 7). Der Anteil an sporenbildenden Pilze mit sehr hohen Keimzahlen (KG 5 > 1 Mio. KBE/g FM) stieg mit zunehmendem NDF-Gehalt.

Der Eisengehalt als aussagekräftiger Parameter zur Einstufung des Grades der Futtermittelverschmutzung mit Erde (RESCH et al. 2013) zeigte in der Auswertung, dass dessen Zunahme tendenziell einen erhöhenden Effekt auf die Keimzahlen in den Keimgruppen 4 und 5 bewirkte (Abbildung 8). Wir konnten insbesondere bei Heuproben mit sehr hohen Keimzahlen bei den verderbanzeigenden Sporenbildnern (KG 5 > 1 Mio. KBE/g FM) feststellen, dass diese häufig überhöhte Eisengehalte über 1.000 mg/kg TM und damit eine deutliche Futtermittelverschmutzung aufwiesen. Der Hygienestatus kann die OM-Verdaulichkeit und in der Folge die Futterenergie von Heu maßgeblich beeinträchtigen. Untersuchungen der Gumpensteiner Heuprojektproben aus den Jahren 2010 bis 2012 (DaFNE-Projekt Nr. 2371) mit der in vitro-Methode nach TILLEY und TERRY (1963)

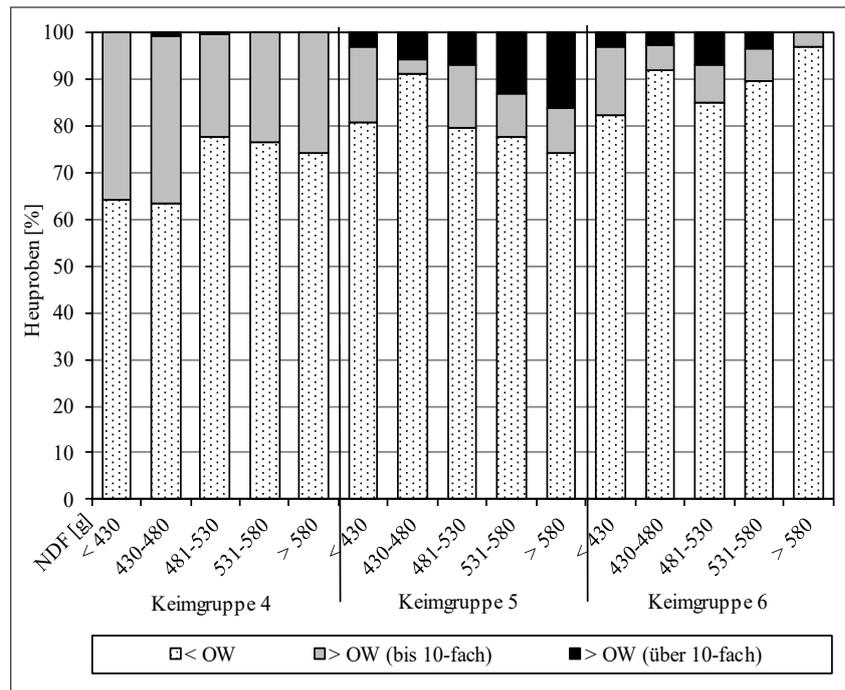


Abbildung 7: Einfluss des NDF-Gehaltes auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

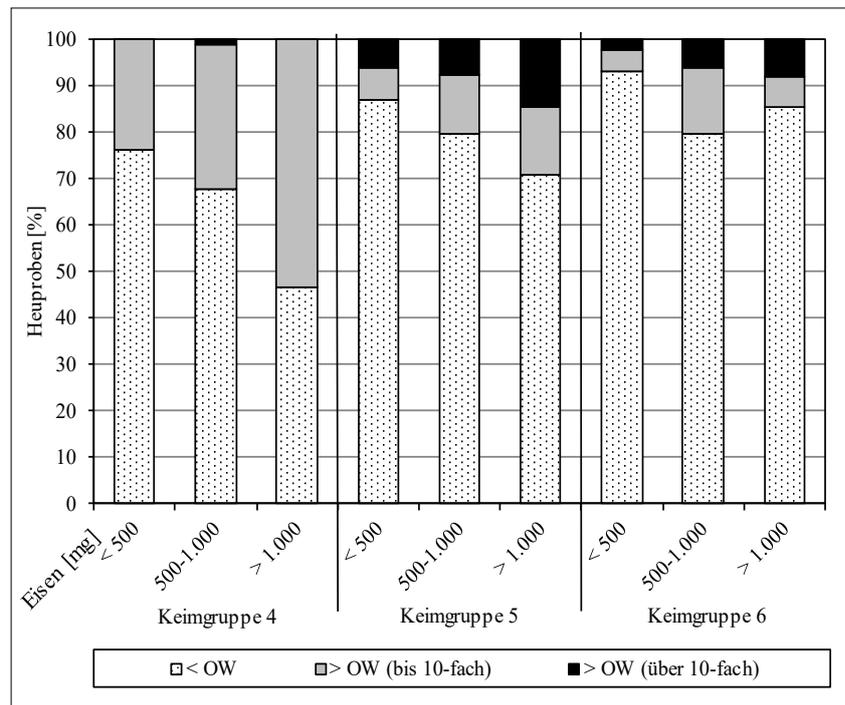


Abbildung 8: Einfluss des Eisengehaltes auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

zeigten, dass die OM-Verdaulichkeit durch sporenbildende Schimmelpilze der Keimgruppe 5 negativ beeinflusst wurde (RESCH et al. 2014a). Demnach hat die Reduktion der Keimzahlen von Lagerpilzen grundsätzlich eine positive Auswirkung auf die Raufutterqualität und somit auch auf die tierische Leistung. Die Heuproben aus dem LK-Heuprojekt 2018 werden noch auf die in vitro-Verdaulichkeit analysiert, um die Effektgröße der Verpilzung auf die Verdaulichkeit

auch für Heu von österreichischen Praxisbetrieben besser einstufen zu können.

3.4 Management und Umwelt vs. Heuqualität

Die Heuproduktion wird in Österreich auf sehr unterschiedliche Art und Weise durchgeführt, das zeigt die Auswertung des Projekt-Fragebogens (Anhang). Die Häufigkeitsstatistik dokumentiert, dass 96 % der Proben von ÖPUL-Betrieben eingesendet wurden (Tabelle 6) und 66 % an der Maßnahme Siloverzicht teilnahmen. Die Uhrzeit bei der Mahd wurde von über 80 % der Einsender so gewählt, dass der Bestand bei der Mahd abgetrocknet war. Bei der Mähtechnik setzten ~25 % einen Mähauflbereiter ein. Die Empfehlung der Schnitthöheneinstellung wurde den Angaben zufolge von 97,5 % der Praktiker eingehalten. Der Großteil der

Futterpartien wurde zwei bis dreimal gezettet. Rund 84 % der Betriebe verfügten über eine Heubelüftung, davon 58 % mit einer Luftanwärmung. Das am meisten verbreitete Belüftungssystem ist die Boxenbelüftung mit einem Bodenrost. Die Rundballenbelüftung nahm einen Anteil von ~12 % ein.

Die Energie für die Luftanwärmung kam bei 33 % der Anlagen ausschließlich über eine Dachabsaugung, die übrigen Anlagen wurden über einen Luftentfeuchter bzw. Ofen (Holz, Öl) und sonstige Techniken (Abwärme etc.) unterstützt. Bei 85 % der Heupartien blieb die effektive Belüftungsdauer laut den Angaben der Landwirte unter 72 Stunden, wobei ~70 % die Belüftung zeitweilig durch eine Intervalltrocknung unterbrachen. Rund 60 % der belüfteten Heupartien wurden aus der Trocknungsbox auf ein Heulager umgeschichtet. Rundballen wurden großteils mittelmäßig bis locker gepresst und fast ausschließlich unter Dach gelagert.

Tabelle 6: Prozentuelle Verteilung der Kategorien von Managementfaktoren (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Kategorie bzw. Verfahren und deren Häufigkeit in %					
	1	2	3	4	5	6
Wirtschaftsweise	Bio 57,8	UBAG 24,2	UBAG + Verz. 13,7	ohne ÖPUL 4,3		
Siloverzicht (HKT)	ja 66,2	nein 33,8				
Schnitthäufigkeit	1 x 0,7	2 x 8,1	3 x 30,7	4 x 43,7	5 x 16,5	6 x 0,2
Mähzeitpunkt	Morgen 6,7	Vormittag 33,3	Mittag 25,6	Nachmittag 19,7	Abend 14,7	
Bestand bei der Mahd	nass 1,1	feucht 17,2	trocken 81,7			
Mähgeräte	Trommel 11,6	Scheiben 47,7	Messerbalken 14,9	Aufbereiter 25,6	Sonstige 0,2	
Schnitthöhe	bis 5 cm 2,5	5–7 cm 72,5	über 7 cm 24,9			
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	ohne 0,0	1 x 17,2	2 x 40,2	3 x 33,0	> 3 x 9,6	
Nachtschwad	nein 93,6	ja 6,4				
Feldphase	bis 24 h 11,1	24–36 h 54,4	36–48 h 22,3	48–72 h 10,9	> 72 h 1,3	
Erntegerät	Ladew. 85,3	Presse fix 4,6	Presse var. 8,8	händisch 1,3	Sonstige 0,0	
Trocknungsverfahren	Bodentrockn. 15,6	Gerüsttrockn. 0,6	Kaltbelüftung 25,6	Warmbelüftung 58,2		
Bauart der Belüftung	Bodenrost 82,5	Ziehlüfter 5,4	Ballentrockn. 11,6	Sonstige 0,5		
Energie für die Warmbelüftung	Solar 33,2	Luftentfeuchter 35,7	Hackschnitzel 14,3	Ölfeuerung 10,1	Sonstige 6,6	
Dauer der Belüftung	bis 12 h 3,3	12–24 h 12,3	24–48 h 35,3	48–72 h 33,5	72–96 h 12,0	über 96 h 3,6
Intervalltrocknung	nein 30,7	ja 69,3				
Umschichtung	nein 44,1	ja 55,9				
Pressdichte bei Heuballen	locker 31,0	mittelmäßig 53,4	fest 15,5			
Lagerung von Heuballen	unter Dach 98,4	im Freien1 1,6	im Freien2 0,0	Sonstige 0		

Tabelle 7: Effekte von Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Nettoenergie von Heu in Österreich (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Rohprotein (XP)			NDF			Rohasche (XA)			Nettoenergie (NEL)		
	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +
Mittelwert	113,8	136,3	158,8	543,2	490,4	472,9	86,4	101,9	116,1	5,47	5,48	5,64
Standardfehler	4,9	5,0	6,5	18,2	16,8	19,2	4,7	6,4	7,9	0,1	0,06	0,08
Kategorische Variablen	P-Werte											
Jahr	0,00	0,01	0,00	0,40	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,08	0,32
Bundesland	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Hangneigung	0,03	0,04	0,09	0,15	0,39	0,94	0,64	0,03	0,07	0,16	0,03	0,32
Regen	0,47	0,03	0,74	0,10	0,80	0,44	0,57	0,14	0,36	0,21	0,98	0,65
Managementfaktoren												
Wirtschaftsweise	0,55	0,19	0,02	0,73	0,62	0,11	0,01	0,06	0,58	0,67	0,59	0,18
HKT (Siloverzicht)	0,15	0,37	0,40	0,73	0,59	0,03	0,06	0,30	0,73	0,05	0,00	0,00
Bestandesfeuchte	0,68	0,66	0,06	0,60	0,27	0,58	0,27	0,03	0,02	0,89	0,55	0,31
Mähzeitpunkt	0,26	0,28	0,00	0,25	0,04	0,37	0,16	0,45	0,89	0,03	0,93	0,01
Mähgerät	0,00	0,62	0,87	0,09	0,17	0,10	0,23	0,36	0,31	0,20	0,40	0,65
Schmitzhöhe	0,71	0,57	0,31	0,31	0,52	0,97	0,01	0,00	0,00	0,78	0,26	0,74
Zetthäufigkeit	0,55	0,98	0,14	0,41	0,85	0,15	0,76	0,00	0,04	0,94	0,95	0,14
Nachtschwad	0,06	0,29	0,02	0,49	0,87	0,58	0,11	0,18	0,24	0,42	0,09	0,12
Dauer der Feldphase	0,31	0,30	0,73	0,12	0,67	0,24	0,56	0,32	0,15	0,00	0,55	0,71
Erntegerät	0,17	0,00	0,83	0,93	0,71	0,02	0,67	0,01	0,03	0,25	0,04	0,24
Trocknungsverfahren	0,00	0,13	0,08	0,00	0,93	0,05	0,43	0,40	0,35	0,00	0,11	0,68
Regressionsvariablen												
Seehöhe	0,00	0,70	0,01	0,06	0,24	0,00	0,02	0,05	0,85	0,00	0,00	0,00
Erntedatum	0,00			0,96			0,02			0,00		
Rohaschegehalt	0,00	0,01	0,62	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe [m über N.N.]	883	860	701	836	867	724	883	860	701	877	858	701
Erntedatum	3.6.			27.5.			3.6.			2.6.		
Rohaschegehalt [g/kg TM]	88	104	110	87	100	110	88	104	110	88	103	111
Regressionskoeffizienten												
Seehöhe (für 100 m)	1,3	0,1	1,9	-2,9	-1,7	-8,8	0,8	0,9	-0,2	0,02	0,02	0,05
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,24	0,08	0,02	-1,10	-0,68	-0,66		0,00	-0,01	-0,01		
Statistische Kennzahlen												
R ²	42,5	25,6	25,1	53,7	57,9	59,6	21,4	31,1	33,7	47,0	38,4	40,9
Anzahl Proben	791	640	361	248	192	167	791	639	361	766	635	359

P-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

Für wichtige Qualitätsparameter von Heu und Grummet können anhand *Tabelle 7* praxisrelevante Zusammenhänge mit dem Management abgeleitet werden. Unter Einbeziehung der relevanten Umwelt- und Managementfaktoren konnten je nach Parameter zwischen 21 bis 60 % (R²) der Datenstreuung mit der GLM-Analyse erklärt werden. Das bedeutet, dass im ungünstigsten Fall nur rund ein Viertel und im besten Fall zwei Drittel der Datenvarianz des jeweiligen Qualitätsparameters durch die statistische Analyse aufgeklärt werden können.

Alle untersuchten Umweltfaktoren (Jahr, Bundesland, Hangneigung, Regen, Seehöhe) hatten mindestens einmal eine signifikante Wirkung mit P-Werten kleiner 0,05, d.h., dass sich zumindest zwei Kategorien des jeweiligen Faktors signifikant voneinander unterscheiden. In der Schweiz konnte von BOESSINGER und PYTHON (2012) ebenfalls ein signifikanter Jahreseffekt auf Inhaltsstoffe von belüftetem Dürrfutter nachgewiesen werden. Heu von Steillagen über 30 % Hangneigung wies signifikant niedrigere Rohprotein- und Zuckergehalte auf als das Futter von flachen Lagen.

In den Managementfaktoren zeichnete sich nur in der Frage Nachtschwad keine signifikante Wirkung ab, ansonsten waren im Zuge der Heuernte von der Mahd bis zur Heubelüftung mehr oder weniger signifikante Effekte auf chemische Parameter zu beobachten. Der Feuchtezustand

des Pflanzenbestandes bei der Futterernte hatte einen Einfluss auf den Rohaschegehalt. Je feuchter der Bestand bei der Mahd war, desto höher war der Aschegehalt im Heu. Der Effekt war beim 2. und den Folgeaufwüchsen stärker ausgeprägt (Anhang). Je geringer die Schmitzhöhe bei der Mahd war, umso höher waren der Asche- bzw. der Eisengehalt im Heu. Bei der Wahl des Erntegerätes stellten sich die Rundballenpressen gegenüber dem Ladewagen als etwas ungünstiger heraus. Grund dafür waren geringere Rohprotein- und Zuckergehalte sowie höhere Eisengehalte im Rundballenheu.

Der Effekt des Managements auf die Verpilzung von Heu konnte im LK-Heuprojekt 2018 erstmals in Österreich ausgewertet werden. In den folgenden Ausführungen werden Tendenzen in der Feld- bzw. Lagerpilzflora besprochen, welche sich bei einigen Umwelt- und Managementfaktoren abzeichneten. Die Seehöhe der Grünlandflächen, von der die Heuproben stammten, hatte einen tendenziellen Einfluss auf die Keimzahlen der Pilzflora (*Abbildung 9*). Mit zunehmender Seehöhe nahm der Anteil an Heuproben mit höheren Keimzahlen sowohl bei produkttypischen (KG 4) als auch bei verderbanzeigenden Pilzen (KG 5 und 6) zu.

Beim 1. Aufwuchs im Frühjahr konnten tendenziell höhere Keimzahlen in der Lagerflora (KG 5 und 6) bzw. niedrigere in der Feldflora (KG 4) beobachtet werden. Im Sommer

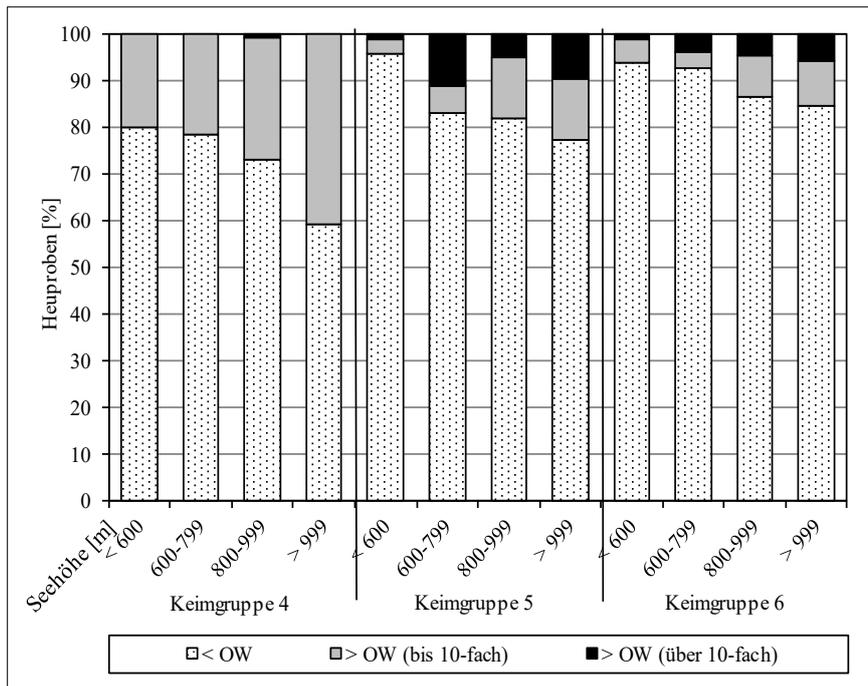


Abbildung 9: Einfluss der Seehöhe auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

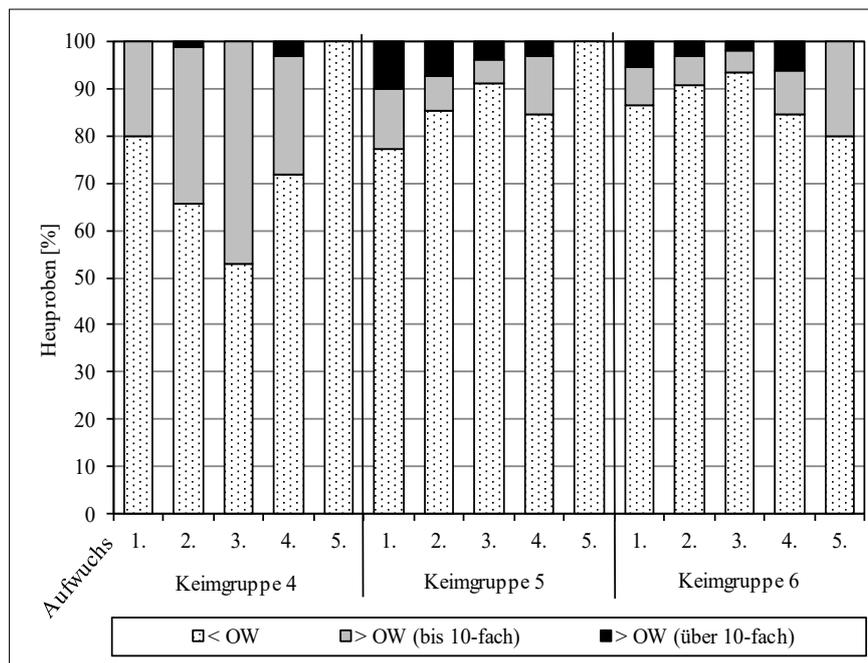


Abbildung 10: Einfluss des Aufwuchses auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

veränderte sich diese Tendenz hin zu höheren Keimzahlen in KG 4 und geringeren Werten in der Lagerflora des 2. bzw. 3. Aufwuchses (Abbildung 10). Diese Trends bestätigen die Aussage, dass die Heutrocknung im Frühjahr und Spätsommer schwieriger ist als im Hochsommer (ADLER et al. 2014, WIRLEITNER et al. 2014).

Bei der Heuernte wurden je nach Ausmaß der Trocknungsbox und der Futtermenge entsprechende Heustockhöhen erreicht. Im LK-Heuprojekt 2018 betrug die maximale Heustockhöhe 9 Meter. Ein tendenzieller Einfluss der

Stockhöhe auf die Verpilzung zeigte sich in der Form, dass mit Zunahme der Stockhöhe die Keimzahlen in den Keimgruppen 4 bis 6 auch zunahm (Abbildung 11).

3.5 Qualitätseffekte der Heubelüftung

In der Bewertung der Trocknungsverfahren brachten in qualitativer Hinsicht vor allem die Warmbelüftungssysteme signifikante Verbesserungen im Bereich Protein-, Gerüstsubstanz- und Zuckergehalte sowie bei der Futtermenschmutzung (Rohasche- bzw. Eisengehalt). Das Bodentrocknungsverfahren ohne Belüftung erwies sich insbesondere beim 1. Aufwuchs als das ungünstigste Konservierungsverfahren für Heu (Tabelle 8).

Die effektive Belüftungsdauer war im 2. Aufwuchs (59 h) um durchschnittlich 5 bis 6 Stunden kürzer als im 1. Aufwuchs (64 h) bzw. im 3. Aufwuchs (65 h). Die Belüftungsdauer wurde auch deutlich von der Futterstruktur beeinflusst. Stängelreicheres Heu mit höheren NDF-Gehalten und weniger Rohprotein erforderte deutliche weniger Zeit für die Trocknung als blattreiches Heu mit geringeren NDF-Gehalten. Optimal wäre Heu mit guten Proteingehalten und kurzer Belüftungsdauer. Kritisch ist Raufutter mit geringer Qualität und langer Belüftungsdauer, weil die Energieeffizienz sehr ungünstig ist und die Kosten je Qualitätseinheit steigen. Die Schütthöhe hatte in der Praxis nur einen zufälligen Effekt hinsichtlich Belüftungsdauer.

Im Durchschnitt konnte in der von den Landwirten angegebenen effektiven Belüftungsdauer zwischen Kalt- und Warmbelüftung kein Unterschied festgestellt werden, beide benötigten ~62 Stunden. Eine differenzierte Untersuchung der Warmbelüftungssysteme ergab, dass im Mittel mit einer Dachabsaugung ~66 Stunden, mit

Luftentfeuchtung 60 Stunden, mit Holzofen 57 Stunden und mit Ölofen 50 Stunden belüftet wurde. Heuballen wurden im Durchschnitt 40 Stunden lang belüftet.

Nach WIRLEITNER et al. (2014) ist eine optimale Abstimmung der Belüftungstechnik (Lüfterleistung, Entfeuchter, etc.) auf die betrieblichen Anforderungen und die Einhaltung der Belüftungsregeln für eine energieeffiziente Trocknung essentiell.

Das Trocknungsverfahren hatte in punkto Verpilzung auf die untersuchten Heuproben nur in gewissen Keimgruppen

einen tendenziellen Einfluss. Wir konnten zwischen Heubelüftungstrocknung und Bodentrocknung ohne Belüftung keinen Unterschied in der Feldpilzflora (KG 4) und bei

den *Mucorales* (KG 6) feststellen. Allerdings zeigte sich bei den sporenbildenden Lagerpilzen (KG 5), dass bei Bodentrocknung deutlich mehr Proben mit hohen bis sehr hohen Keimgehalten auftraten (*Abbildung 12*).

Mit der Kaltbelüftung ging der Anteil hoher Keimgehalte schon deutlich zurück und mit Hilfe der Warmbelüftung konnten die Keimzahlen von KG 5 im Trend nochmal reduziert werden.

Die effektive Belüftungsdauer wurde im LK-Heuprojekt 2018 abgefragt und auch hinsichtlich Auswirkung auf die Heuverpilzung ausgewertet. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich in den VDLUFA-Keimgruppen 4 bis 6 mit zunehmender Belüftungsdauer die Anzahl der Proben mit höheren Keimzahlen erhöhte (*Abbildung 13*). Der Anteil an sporenbildenden Pilzen (KG 5 > 1 Mio. KBE/g FM, KG 6 > 50.000 KBE/g FM) stieg insbesondere ab einer Belüftungsdauer über 72 Stunden deutlich an.

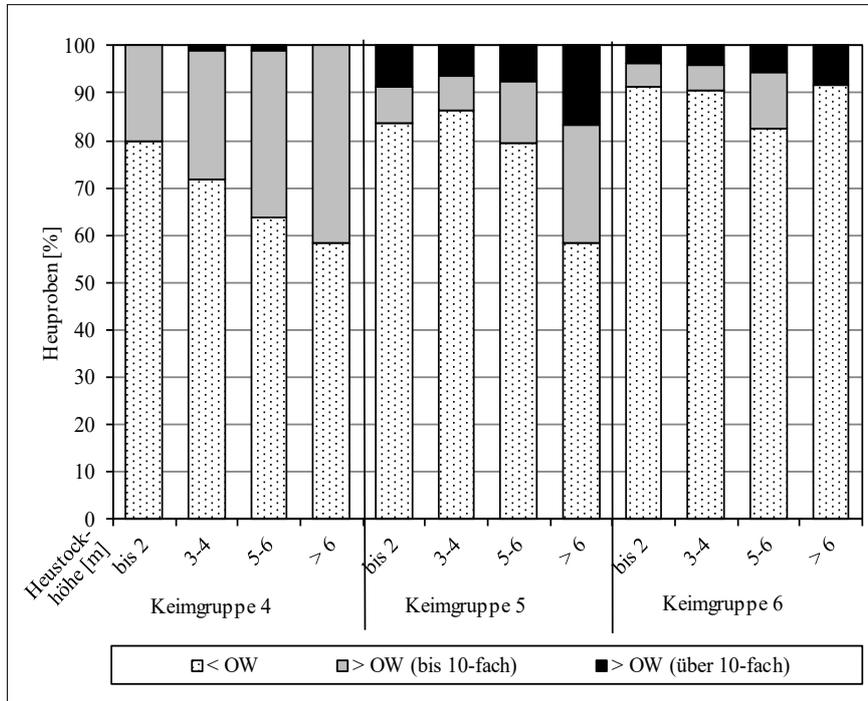


Abbildung 11: Einfluss der Höhe des Heustocks auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

Tabelle 8: Qualitätsvergleich zwischen verschiedenen Heutrocknungsverfahren anhand von Mittelwerten in den einzelnen Aufwüchsen (LK-Heuprojekte 2010 bis 2018)

Parameter	Einheit	Aufwuchs	Bodentrocknung (ohne Belüftung)	Kaltbelüftung	Solar (Dachab- saugung)	Luftentfeuchter/ Wärmepumpe	Holzofen (Hackschnitzel, Pellets)	Ölfeuerung	Sonstige
Anzahl Proben		1.	303	445	347	128	89	67	25
		2.	281	312	270	93	71	40	18
		3.+	78	128	203	101	51	22	15
Rohprotein	g/kg TM	1.	96	106	116	121	115	127	114
		2.	127	130	138	136	133	141	137
		3.+	142	147	158	160	152	164	147
NDF	g/kg TM	1.	580	523	507	508	515	491	504
		2.	508	480	477	485	482	468	492
		3.+	475	467	458	455	449	436	452
Rohasche	g/kg TM	1.	80	87	88	86	90	89	90
		2.	98	106	102	99	106	105	102
		3.+	98	108	109	104	108	120	97
Eisen	mg/kg TM	1.	529	539	537	477	548	562	784
		2.	692	619	612	611	684	627	812
		3.+	663	811	698	619	608	668	684
Zucker	g/kg TM	1.	118	128	138	140	143	142	130
		2.	110	115	125	121	124	118	121
		3.+	109	113	117	120	126	119	128
NEL	MJ/kg TM	1.	5,35	5,58	5,83	5,88	5,75	5,92	5,78
		2.	5,43	5,51	5,64	5,60	5,51	5,65	5,56
		3.+	5,60	5,67	5,74	5,80	5,78	5,74	5,79
Phosphor	g/kg TM	1.	2,0	2,3	2,6	2,6	2,5	2,7	2,5
		2.	2,7	2,8	3,0	2,9	2,9	3,0	3,2
		3.+	3,0	3,1	3,3	3,1	3,2	3,0	3,1

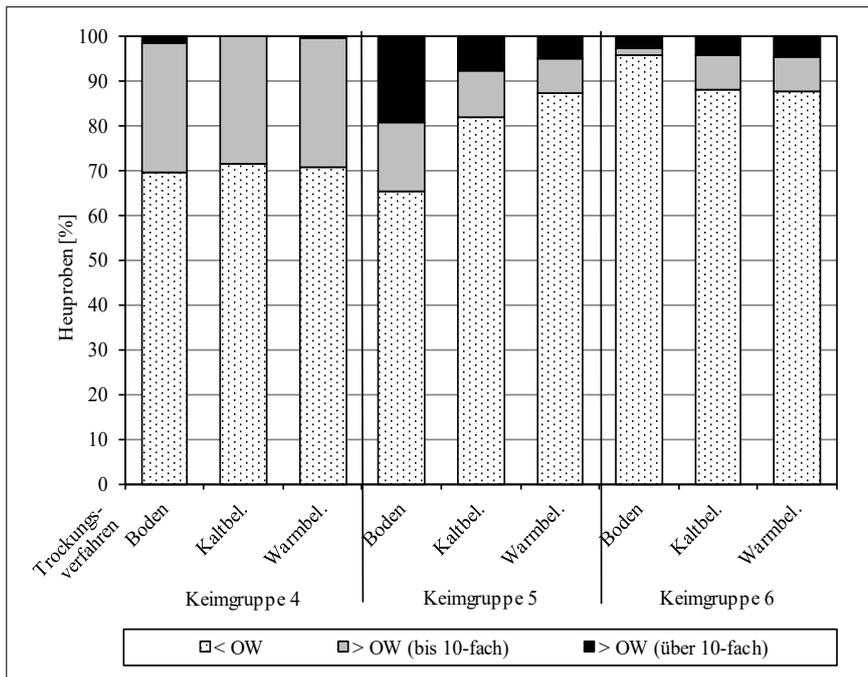


Abbildung 12: Einfluss des Trocknungsverfahrens auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

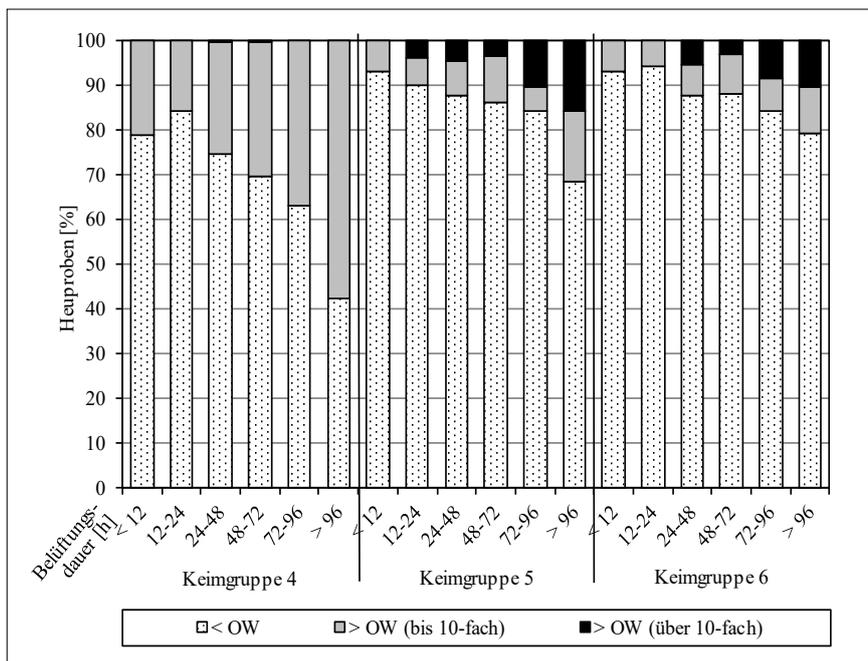


Abbildung 13: Einfluss der effektiven Belüftungsdauer in Stunden auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekt 2018)

3.6 Auffälligkeiten bei stark verpilzten Heuproben

Aus den mikrobiologischen Auswertungen von ~600 Heuproben von Praxisbetrieben wurden für die Landwirte, Beratung, Lehre und Forschung einige Tendenzen herausgearbeitet, welche das Bewusstsein hinsichtlich Futterhygiene verbessern können. Nachdem insbesondere Heupartien mit hohen Keimzahlen (> 10-fach über VDLUFA-Orientierungswert) an verderbanzeigenden Lagerpilzen der Keimgruppen

5 und 6 eine Belastung für Nutztier und Mensch darstellen können, werden nachstehend markante Auffälligkeiten derartiger Heuproben besprochen.

Keimgruppe 4: > 10-fach über OW

Hohe Keimzahlen an Feldflora (KG 4 > 2 Mio. KBE/g FM) waren nur in 3 Fällen zu verzeichnen. Diese Anzahl ist für eine aussagekräftige Bewertung zu klein. Außerdem sind hohe Feldpilzkeimzahlen in diesem Bereich für Rinder nicht relevant.

Keimgruppe 5 und 6: > 10-fach über OW

Insgesamt fielen 23 Heuproben bzw. 4 % der Proben in diese Kategorie. Im Durchschnitt waren in diesen Proben 73 % der Pilze Sporenbildner der KG 5 (*Aspergillus glaucus*, *Wallemia sebi*, *Aspergillus fumigatus*) bzw. 10 % der KG 6 (*Mucorales*). Die Feldflora (KG 4) nahm mit durchschnittlich 17 % nur einen geringen Anteil an der Pilzkeimzahl ein. Diese Heuproben wurden im Schnitt auf größerer Seehöhe (960 m) produziert und stammten zu 50 % vom 1. Aufwuchs. Außerdem war ersichtlich, dass über 50 % dieser Proben erhöhte Eisengehalte aufwiesen und damit eine Futterverschmutzung mit Erde. Zwei Drittel der besagten Proben wurden mittels Warmbelüftung getrocknet, die meisten davon mit Dachabsaugung ohne zusätzliche Beheizung oder Entfeuchtung. Die durchschnittliche Belüftungsdauer betrug 67 Stunden.

Keimgruppe 5: > 10-fach über OW und Anteil *Wallemia sebi* > 50 %

In diese Kategorie fielen 23 Heuproben bzw. 4 % der Proben. Zwei Drittel dieser Heupartien wurden über die Bodentrocknung ohne Belüftung konserviert. Die belüfteten Heuproben stammten hier größtenteils von Rundballen. Über 50 % der Proben enthielten überhöhte Eisengehalte und damit eine erdige Verschmutzung.

Keimgruppe 6: > 10-fach über OW

In dieser Kategorie waren insgesamt 24 Proben bzw. 4 % der Proben vertreten. Alle betroffenen Heuproben lagen außerdem bei den Keimzahlen der Keimgruppe 5 über dem Orientierungswert. Im Durchschnitt enthielten diese Proben 5 Pilzarten, also deutlich mehr als Proben unterhalb des Orientierungswertes. Auffällig war, dass 87 % dieser Heupartien aus Warmbelüftungen stammten und die geräuterte

Fläche mit durchschnittlich 14,3 ha verhältnismäßig groß war. Die mittlere Schütthöhe von 4,1 m und die effektive Belüftungsdauer mit 70 Stunden waren ebenfalls über dem durchschnittlichen Niveau. Der Anteil an Proben mit erdiger Verschmutzung ($\text{Fe} > 500 \text{ mg/kg TM}$) betrug bei diesen Heuproben 70 %.

4. Fazit für die Praxis

Die Auseinandersetzung mit der Thematik Heuqualität bewirkte in der Praxis, dass die Heukonservierung heute mit steigender Professionalität durchgeführt wird. Mittlerweile verfügen 84 % der Projektteilnehmer über eine Heubelüftungsanlage, 58 % davon mit Luftanwärmung. Dieser Umstand ermöglichte offensichtlich die Ausnutzung von kürzeren Sonnenfenstern und dadurch eine um durchschnittlich 10 Tage frühere Ernte als mit der traditionellen Bodentrocknung. Erwartungsgemäß wirkte sich der frühere Schnitzeitpunkt positiv auf die Heuqualität aus.

Die Gerüstsubstanzeanalyse zeigte insbesondere im ADF- und Ligningehalt, dass viele Heupartien stängelreich bzw. blattarm waren und damit eine schlechtere Verdaulichkeit und Nettoenergie aufwiesen. Die Eisenuntersuchung brachte hervor, dass die Erdverschmutzung bei 15 % ein Problem und bei weiteren 30 % der Heuproben ein Thema ist, wo noch Qualitätspotential von den Landwirten zu holen wäre.

In der Bewertung der Futterhygiene fiel auf, dass 91 % der untersuchten Heuproben in die erste Qualitätsstufe fielen und damit unbedenklich waren. Speziell bei Heuproben mit folgenden Eigenschaften traten höhere Keimzahlen bei verderbanzeigenden Lagerpilzen auf: 1. Aufwuchs, höhere Lagen, höhere Stängelanteile, Futterverschmutzung, Bodentrocknung, höhere Schütthöhe am Heustock sowie Belüftungsdauer ab ca. 72 Stunden.

5. Danksagung

Von 2007 bis 2018 wurden bisher fünf bundesweite LK-Heuprojekte in einer effizienten Zusammenarbeit von Heubauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (LK-Fütterungsreferenten, Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg, ARGE Heumilch Österreich unter Koordination der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgreich durchgeführt, um die aktuelle Situation der Raufutterqualität in Österreich untersuchen zu können. Ein besonderer Dank ergeht an dieser Stelle an Dipl.-Ing. Gerald Stögmüller und Ing. Thomas Kraushofer, welche für die Koordination der Analytik von 600 Heuproben im Labor Rosenau verantwortlich waren und den großen Aufwand der mikrobiologischen Untersuchungen meisterlich stemmten. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind eine wichtige Grundlage und Orientierungshilfe für alle Heumilchbauern, die Beratung und Lehre. Aus den erarbeiteten Erkenntnissen können Wege aufgezeigt werden, die eine Verbesserung der Heuqualität ermöglichen. Allen teilnehmenden Landwirten und den Projektmitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.

6. Literatur

ADLER, A., 2002: Qualität von Futtermitteln und mikrobielle Kontamination. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-10. April 2002, BAL Gumpenstein, Irtdning, 17-26.

ADLER, A., P. KIROJE, E.V. REITER und R. RESCH, 2014: Einfluss unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Futterhygiene von Raufutter. 19. Alpenländisches Expertenforum, 3. April 2014, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, 57-69.

BOESSINGER, M. und P. PYTHON, 2012: Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. Agrarforschung Schweiz 3(1), 36-43.

DACCORD, R., Y. ARRIGO, B. JEANGROS, J. SCEHOVIC, F.X. SCHUBIGER und J. LEHMANN, 2001: Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Zellwandbestandteilen. Agrarforschung Schweiz 8(4), 180-185.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.

GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

GINDL, G., 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-10. April 2002, BAL Gumpenstein, Irtdning, 67-72.

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, LFZ Raumberg-Gumpenstein.

GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER und R. JÄGER, 2011: Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung. 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 13.-14. April 2011, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein Irtdning, 43-66.

GRUBER, L., R. RESCH und G. STÖGMÜLLER, 2018: Den Wert des Grundfutters an den Gerüstsubstanzen erkennen. ÖAG-Sonderbeilage Info 1/2018.

KASPERSSON, A., R. HLÖDVERSSON, U. PALMGREN und S. LINDGREN, 1984: Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. Swedish Journal of Agricultural Research 14, 127-132.

REISS, J., 1986: Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo, 230 S.

RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage Info 8/2006.

RESCH, R., K. BUCHGRABER, E.M. PÖTSCH, L. GRUBER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 2009: Mineralstoffe machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderbeilage Info 8/2009.

RESCH, R., 2010: 1. Österreichische Heumeisterschaft, Abschlussbericht „Heuqualität“, Nr. 3534 (DaFNE 100383), LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, 65 S.

RESCH, R., 2011: Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben, Abschlussbericht „Praxisheu“, Nr. 3583 (DaFNE 100683), LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, 56 S.

RESCH, R., 2013a: Einfluss des Managements auf die Raufutterqualität von Praxisbetrieben, Abschlussbericht „Top-Heu“, Nr. 3603 (DaFNE 100842), LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irtdning, 25 S.

RESCH, R., 2013b: Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse

- aus LK-Heuprojekten. 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 57-72.
- RESCH, R., G. WIEDNER, K. BUCHGRABER, J. KAUFMANN und E.M. PÖTSCH, 2013: Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. ALVA-Jahrestagung 2013, 23.-24. Mai 2013, 86-88.
- RESCH, R., 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. 19. Alpenländisches Expertenforum, 3. April 2014, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 45-53.
- RESCH, R., A. ADLER und E.M. PÖTSCH, 2014a: Impact of different drying techniques on hay quality. 16th International Symposium Forage Conservation, Brno, Mendel University Brno, 3-6. Juni 2014, 27-38.
- RESCH, R., P. FRANK, G. STÖGMÜLLER, F. TIEFENTHALLER, G. PERATONER, A. ADLER, J. GASTEINER und E.M. PÖTSCH, 2014b: Futtermittelverschmutzung mit Erde – Ursachen, Erkennung und Auswirkungen. ÖAG-Sonderbeilage Info 5/2014.
- RESCH, R., G. PERATONER, G. ROMANO, H.-P. PIEPHO, A. SCHAUMBERGER, A. BODNER, K. BUCHGRABER und E.M. PÖTSCH, 2015: Der Pflanzenbestand als Basis hoher Futterqualität im Grünland. 20. Alpenländisches Expertenforum, 1.-2. Oktober 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 61-75.
- RESCH, R. und G. STÖGMÜLLER, 2017: Zellwandbestandteile im österreichischen Grundfutter. ALVA-Jahrestagung 2017, 22.-23. Mai 2017, 250-252.
- STÖGMÜLLER, G. und R. RESCH, 2017: Durch Futteruntersuchungen Potentiale in der Fütterung nutzen. ÖAG-Sonderbeilage Info 5/2017.
- STRAUB, G. und M. SCHOCH, 2003: Veränderung der mikrobiologischen Heu- und Strohqualität in Rheinland-Pfalz. 115. VDLUFA-Kongress, Kurzfassungen der Referate, 152-153.
- TILLEY, J.M.A. und R.A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Grass and Forage Science 18(2), 104-111.
- UNDI, M., K. WITTENBERG und N. HOLLIDAY, 1997: Occurrence of fungal species in stored alfalfa forage as influenced by moisture content at baling and temperature during storage. Can. J. Anim. Sci. 77(1), 95-103.
- VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III - Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA, 2007a: Methode 28.1.2 Futtermitteluntersuchung - Bestimmung der Keimgehalte an aeroben, mesophilen Bakterien, Schimmel- und Schwärzepilzen und Hefen. Methodenbuch III, 7. Ergänzung 2007, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA, 2007b: Methode 28.1.4 Futtermitteluntersuchung - Verfahrensanweisung zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung: Methodenbuch III, 7. Ergänzung 2007, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WIRLEITNER, G., C. ASCHAUER, M. KITTL, K. NEUHOFFER, F. NYDEGGER, A. PÖLLINGER, R. RESCH, S. JAKSCHITZ-WILD, J. OSTERTAG und S. THURNER, 2014: Empfehlungen für die Belüftungstrocknung von Heu. ÖAG-Sonderbeilage Info 4/2014.
- WITTENBERG, K.M., 1997: Microbial and nutritive changes in forage during harvest and storage as hay. Proceedings XVIII. International Grassland Congress, Canada 1997, 265-270.

7. ANHANG

Fragebogen LK-Heuprojekt 2018

Analysen-Nr.:

Betrieb: Betriebsnr.:

Straße:

PLZ: Ort:

Telefonnr.: E-Mail:

* Mehrfachnennung möglich

Teilnehmer Maßnahme Silageverzicht: ja (1) nein (2) Anteil Heu am Grundfutter in der Winterration % d. TMWirtschaftsweise: Bio (1) UBB (2) Verzicht (3) keine ÖPUL-Teilnahme (4)Standort: eben (1) hängig (bis 30 % Neigung) (2) steilhängig (über 30 % Neigung) (3) Seehöhe: _____ m über N.N.Futterzusammensetzung: Dauergrünland (1) Rotklee rein (bis 25 % Gras) (2) Luzerne rein (bis 25 % Gras) (3)
 Rotklee gras (> 25 % Gras) (4) Luzerne gras (> 25 % Gras) (5)

*Welcher Aufwuchs: _____ Aufwuchs (1) Wie oft wird jährlich genutzt (Mahd und Weide) _____ Anzahl Nutzungen

Erntedatum (Datum der Einfuhr): _____ abgeerntete Futterfläche: _____ ha

*Mähzeitpunkt: Morgen (1) Vormittag (2) Mittag (3) Nachmittag (4) Abend (5)Bestand bei Mahd: nass (1) feucht (2) trocken (3)*Mähgeräte: Trommelmäherwerk (1) Scheibenmäherwerk (2) Messerbalken (3) Mähauflbereiter (4) Sonstige (5) _____

Feldphase (Zeit vom Mähbeginn bis zum Räumen der Fläche):

 < 24 Std. (1) 24 bis 36 Std. (2) 36 bis 48 Std. (3) 48 bis 72 Std. (4) über 72 Std. (5)Regen über 5 mm: nein (1) ja (2)Schnitthöhe: unter 5 cm (1) 5 bis 7 cm (2) über 7 cm (3)Zett- und Wendehäufigkeit: einmal zetten (1) zweimal zetten (2) dreimal zetten (3) öfter als dreimal (4)Nachtschwad nein (1) ja (2)

Erntegerät:

 Ladewagen (1) Fixkammerpresse (2) Variable Presse (3) Händisch (4) Sonstiges (5) _____Art der Trocknung: Boden (ohne Belüftung) (1) Gerüst (2) Kaltbelüftung (3) Warmbelüftung (4)

Belüftung Bauart:

 Boxentrocknung für loses Heu (Bodenrost) (1) Ziehkanal/Ziehlüfter/Giebelrost (2) Ballentrocknung (3) Sonstige (4) _____

*Energie für Warmbelüftung

 Solar (Dachabsaugung) (1) Luftentfeuchtung/Wärmepumpe (2) Hackschnitzel (3) Ölfeuerung (4) Sonstige: _____ (5)

Dauer der Belüftung (effektive Trocknungszeit)

 unter 12 h (1) 12 bis 24 h (2) 24 bis 48 h (3) 48 bis 72 h (4) 72 bis 96 h (5) über 96 h (6)Intervalltrocknung (wird die Belüftung zwischendurch abgeschaltet) nein (1) ja (2)Heulager für diese Partie: Lagerfläche _____ m² Schütthöhe _____ m Lagerraum-Gesamtpotenzial _____ m³Heuumschichtung von der Belüftung auf ein anderes Lager (gilt nur für loses Heu): nein (1) ja (2)Heuballen-Pressdichte: locker (Hand kann stirnseitig leicht eindringen) (1) mittelmäßig (Hand kann schwer eindringen) (2) fest (3)Ballenlagerung: unter Dach (1) im Freien mit Abdeckung (2) im Freien ohne Abdeckung (3)Nährstoffe und Energie – Eigene Einstufung (Landwirt): sehr gut (1) gut (2) mäßig (3) schlecht (4)Schimmelbelastung – Eigene Einstufung (Landwirt): keine (1) gering (2) mäßig (3) stark (4)*Futtermaterial für: Milchkühe (1) Mutterkühe (2) Trockensteher (3) Jungtiere (4) Schafe, Ziegen (5) Pferde (6) Sonstige (7) _____

Milchleistung (Stalldurchschnitt): _____ kg/Tier und Laktation

Probenahme: Heustockbohrer (1) Siloprobenbohrer (2) händische Entnahme (3)

Anhang – Tabelle 1: Übersicht Grummetqualität Österreich 2. Aufwuchs (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Einheit	2012	2015	2018	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	Min.	Perzentile			Max.
									25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	914	919	921	915	12,6	1.108	847	907	915	923	967
Rohprotein (XP)	g/kg TM	131	136	138	133	19,1	1.106	72	120	132	144	215
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	126	128	129	127	7,6	1.096	101	122	127	131	161
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	0,7	1,4	1,5	1,0	2,2	1.097	-6	0	1	2	11
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	456	485	478	484	46,2	365	353	458	483	512	711
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	324	297	309	308	32,0	334	221	288	310	329	454
Lignin (ADL)	g/kg TM	62	48	47	49	9,8	334	28	43	48	54	86
Zucker (XZ)	g/kg TM	112	116	129	118	26,2	723	11	100	117	133	270
Rohfaser (XF)	g/kg TM	254	259	258	257	25,7	1.106	174	241	257	274	357
Rohfett (XL)	g/kg TM	32	30	31	32	3,7	1.074	16	29	32	34	42
Rohasche (XA)	g/kg TM	106	99	96	102	24,9	1.106	46	87	98	111	274
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	68,8	68,5	68,8	68,6	2,6	1.091	54,8	66,8	68,5	70,2	77,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,41	9,42	9,51	9,41	0,45	1.105	7,42	9,11	9,42	9,70	10,60
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,55	5,55	5,61	5,55	0,31	1.097	4,25	5,34	5,55	5,75	6,40
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,8	8,6	8,9	8,7	2,2	1.011	3,2	7,2	8,4	10,1	16,1
Phosphor (P)	g/kg TM	2,9	2,7	2,8	2,9	0,7	1.011	1,0	2,3	2,8	3,3	5,5
Magnesium (Mg)	g/kg TM	3,1	3,0	3,0	3,1	0,8	1.010	1,2	2,5	3,0	3,5	7,3
Kalium (K)	g/kg TM	22,5	23,5	23,9	23,2	5,3	1.010	2,2	19,5	23,1	26,7	40,6
Natrium (Na)	g/kg TM	0,38	0,28	0,31	0,33	0,30	1.010	0,11	0,20	0,27	0,38	6,48
Eisen (Fe)	mg/kg TM	812	683	583	648	650	279	84	248	436	844	5.451
Mangan (Mn)	mg/kg TM	97,7	115,2	102,3	103,1	53,6	279	5,4	64,8	92,4	131,2	404,8
Zink (Zn)	mg/kg TM	34,5	36,5	34,9	35,4	8,4	279	17,6	29,8	34,6	40,4	65,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	7,4	8,7	7,9	7,9	1,5	279	4,3	6,6	7,7	8,7	13,4

Anhang – Tabelle 2: Übersicht Raufutterqualität Österreich 3. Aufwuchs (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Einheit	2012	2015	2018	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	Min.	Perzentile			Max.
									25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	915	918	923	916	11,1	435	870	909	918	924	946
Rohprotein (XP)	g/kg TM	152	161	156	155	19,4	435	93	142	155	168	237
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	134	136	134	134	7,1	435	114	130	134	139	159
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	3,1	4,2	3,5	3,4	2,3	435	-4	2	3	5	13
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	436	473	466	464	39,2	211	360	440	465	493	564
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	322	282	299	297	29,2	212	220	273	296	317	397
Lignin (ADL)	g/kg TM	63	43	45	47	10,3	210	26	40	46	51	76
Zucker (XZ)	g/kg TM	107	115	121	114	21,9	364	37	102	114	127	205
Rohfaser (XF)	g/kg TM	234	243	248	241	25,0	435	174	225	240	258	359
Rohfett (XL)	g/kg TM	34	33	33	33	3,4	434	21	31	33	36	40
Rohasche (XA)	g/kg TM	116	104	100	107	24,4	435	60	91	103	117	241
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	70,8	70,0	69,6	70,2	2,7	430	54,6	68,4	70,3	71,9	80,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,67	9,69	9,65	9,66	0,44	435	7,58	9,41	9,67	9,98	11,19
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,74	5,73	5,70	5,72	0,31	435	4,26	5,54	5,72	5,93	6,84
Kalzium (Ca)	g/kg TM	9,0	9,1	8,8	8,9	1,9	388	3,8	7,5	8,7	10,1	17,5
Phosphor (P)	g/kg TM	3,3	3,2	3,1	3,2	0,6	388	1,8	2,7	3,2	3,7	5,5
Magnesium (Mg)	g/kg TM	3,1	3,2	3,1	3,1	0,7	388	1,7	2,6	3,1	3,6	6,7
Kalium (K)	g/kg TM	24,7	25,2	25,8	25,2	5,1	388	10,0	21,8	25,1	29,0	41,3
Natrium (Na)	g/kg TM	0,42	0,47	0,36	0,40	0,38	388	0,11	0,24	0,32	0,48	6,23
Eisen (Fe)	mg/kg TM	790	722	628	665	492	148	113	282	515	852	3.651
Mangan (Mn)	mg/kg TM	97,6	89,0	101,5	98,0	43,2	148	25,0	64,2	85,5	116,5	228,7
Zink (Zn)	mg/kg TM	34,3	37,9	35,5	35,9	6,2	148	4,3	33,1	36,1	40,1	54,8
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	7,3	10,0	8,8	8,9	1,5	148	4,3	8,5	8,7	9,8	12,8

Anhang – Tabelle 3: Übersicht Raufutterqualität Österreich 4. und Folgeaufwüchse (LK-Heuprojekte 2007 bis 2018)

Parameter	Einheit	2012	2015	2018	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	Min.	Perzentile			Max.
									25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	918	917	922	916	12,5	183	826	911	917	923	944
Rohprotein (XP)	g/kg TM	159	175	181	150	34,8	183	66	121	148	170	249
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	135	141	141	133	11,5	183	108	125	133	139	171
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	3,8	5,5	6,4	2,6	3,9	183	-7	0	3	5	14
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	398	460	446	449	47,3	62	331	424	442	470	548
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	290	260	279	276	36,5	64	202	260	289	318	374
Lignin (ADL)	g/kg TM	59	40	41	43	10,0	62	27	40	46	62	72
Zucker (XZ)	g/kg TM	111	134	128	125	23,6	113	69	106	124	139	223
Rohfaser (XF)	g/kg TM	230	230	232	244	33,4	183	136	222	236	261	340
Rohfett (XL)	g/kg TM	34	34	33	32	4,0	183	20	30	33	35	44
Rohasche (XA)	g/kg TM	123	107	107	107	33,1	183	62	88	102	119	305
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	71,1	71,6	71,1	70,2	2,9	180	62,1	68,5	70,8	72,2	77,2
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,64	9,92	9,85	9,66	0,52	183	8,48	9,33	9,66	9,97	11,40
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,72	5,90	5,85	5,73	0,35	183	4,99	5,50	5,74	5,94	6,90
Kalzium (Ca)	g/kg TM	7,9	8,4	7,9	7,8	1,7	166	3,3	6,9	7,9	9,2	13,4
Phosphor (P)	g/kg TM	3,2	3,5	3,5	3,1	0,8	166	1,1	2,6	3,2	3,6	5,2
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,8	2,9	2,9	2,9	0,6	166	1,3	2,4	2,8	3,3	4,8
Kalium (K)	g/kg TM	25,9	27,3	27,8	24,7	5,6	166	13,2	20,1	24,3	27,6	35,9
Natrium (Na)	g/kg TM	0,48	1,02	0,49	0,49	0,71	166	0,11	0,26	0,34	0,47	7,14
Eisen (Fe)	mg/kg TM	1.103	433	808	838	737	57	107	363	667	1.010	3.824
Mangan (Mn)	mg/kg TM	104,2	80,5	104,6	105,7	43,0	57	28,3	67,5	102,9	134,3	236,6
Zink (Zn)	mg/kg TM	32,4	39,6	35,8	36,1	6,6	57	27,0	31,7	34,7	40,5	59,0
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	7,4	10,7	9,5	9,0	1,6	57	5,5	7,5	8,7	9,8	13,1

Anhang – Tabelle 4: Einfluss von signifikanten Umwelt- und Managementfaktoren auf Rohnährstoffe von Raufutter in Österreich (LK-Heuprojekte 2012 bis 2018)

Faktoren	Anzahl Proben			Rohprotein [g/kg TM]			Rohfaser [g/kg TM]			Rohfett [g/kg TM]			Rohasche [g/kg TM]		
	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+
Mittelwerte	791	638	359	114	136	159	294	263	246	27	32	33	86	102	116
Jahr															
2007 bis 2010	188	160	42	110	135	149	296	261	246	28	34	34	86	104	118
2012	284	230	143	114	133	157	276	260	242	29	33	34	87	106	123
2015	118	112	54	112	137	162	311	266	248	24	31	32	90	100	112
2018	198	136	120	119	140	168	293	263	247	26	31	33	82	97	112
Bundesland															
Kärnten	33	35	9	110	135	152	302	276	248	26	32	34	80	93	121
Oberösterreich	19	20	13	108	130	158	298	267	246	26	31	33	80	95	107
Niederösterreich	11	5	8	120	134	172	302	253	228	26	35	35	83	115	109
Salzburg	147	136	142	111	134	158	289	265	248	26	31	32	86	96	113
Steiermark	64	38	12	113	139	153	298	270	269	26	33	32	86	98	111
Tirol	396	289	75	112	134	154	290	264	245	27	32	32	93	108	123
Vorarlberg	121	115	100	123	149	165	279	243	236	28	34	33	96	108	129
Hangneigung															
eben	236	194	121	116	135	162	292	264	244	27	32	33	87	100	112
bis 30 %	400	317	204	115	139	162	292	260	244	27	32	33	87	99	112
über 30 %	155	127	34	110	135	153	297	264	250	26	32	33	85	106	125
Regen															
nein	764	619	351	115	132	157	291	262	244	27	32	33	85	106	112
ja	27	19	8	113	141	160	297	263	248	26	33	33	87	98	120
Wirtschaftsweise															
Bio	366	307	184	113	133	156	294	262	239	27	33	33	82	97	114
UBAG	355	279	144	114	134	162	296	264	245	27	32	33	86	101	117
UBAG + Verzicht	56	38	20	111	134	148	293	266	249	26	32	31	90	105	121
ohne ÖPUL	14	14	11	118	144	169	293	259	249	27	33	35	87	105	112
Siloverzicht (HKT)															
ja	536	429	292	113	137	160	292	259	240	27	32	33	88	101	117
nein	255	209	67	115	136	157	296	266	252	27	32	33	85	103	115
Bestand bei der Mahd															
nass	18	22	10	116	134	163	294	266	244	26	33	34	91	111	132
feucht	276	216	115	112	137	160	294	262	245	27	32	33	85	97	109
trocken	497	400	234	113	138	153	294	260	249	27	32	32	84	97	108
Mähzeitpunkt															
Morgen	83	54	19	114	134	153	296	264	256	27	32	33	87	102	118
Vormittag	333	269	133	113	138	156	298	262	249	27	33	33	87	103	117
Mittag	172	133	102	116	138	166	292	262	241	27	32	34	88	104	117
Nachmittag	129	115	83	114	137	158	291	262	247	26	32	33	88	101	115
Abend	74	67	22	112	134	160	292	264	236	26	32	33	82	99	112
Mähgerät															
Trommel	116	76	33	109	135	160	297	264	247	26	32	33	87	105	113
Scheiben	418	377	211	114	137	160	293	261	243	27	33	33	85	102	119
Messerbalken	148	108	30	113	137	157	294	261	249	27	33	33	86	99	112
Mähauflbereiter	109	77	85	120	137	159	292	264	245	27	32	33	88	102	120
Schnitthöhe															
unter 5 cm	47	36	13	114	136	153	292	267	245	26	32	32	92	116	135
5 bis 7 cm	571	478	264	115	136	160	294	262	247	27	32	34	85	98	109
über 7 cm	173	124	82	113	138	164	296	260	245	27	33	34	83	92	104
Zethäufigkeit															
1 x	97	84	25	116	137	156	295	262	244	27	33	33	88	98	123
2 x	300	244	112	113	137	163	294	262	243	27	32	34	85	100	111
3 x	287	237	144	113	136	158	293	262	247	27	32	33	87	98	111
öfter als 3 x	106	73	78	112	135	157	294	264	249	26	32	33	86	110	119
Nachtschwad															
nein	722	583	316	112	135	154	292	265	249	27	32	33	88	104	119
ja	69	55	43	116	138	163	296	260	243	27	33	33	85	100	113
Dauer der Feldphase															
bis 24 h	88	85	41	118	140	154	285	263	250	28	33	34	85	100	106
24 bis 36 h	431	320	189	116	139	156	285	260	249	27	33	33	87	101	110
36 bis 48 h	204	165	87	114	137	157	292	262	249	27	32	34	88	100	112
48 bis 72 h	59	63	38	115	139	161	294	264	250	26	32	33	89	107	118
über 72 h	9	5	4	106	126	167	313	265	231	26	32	31	83	101	134
Erntegerät															
Ladewagen	701	547	309	111	136	157	298	264	246	27	32	33	87	111	129
Fixkammerpresse	35	22	17	109	135	163	300	264	239	26	33	33	88	105	119
Variable Presse	38	52	30	108	125	160	303	272	251	25	30	32	84	101	132
Händisch	13	14	3	111	138	155	292	257	247	25	34	34	90	95	85
Sonstige	4	3	42	131	147	156	277	256	246	30	32	33	83	98	111
Trocknungsverfahren															
Bodentrocknung	157	149	69	112	137	158	301	264	247	27	32	33	85	100	118
Kaltbelüftung	244	189	248	112	135	163	294	264	244	26	32	33	87	103	120
Warmbelüftung	390	300	249	118	138	158	286	260	250	27	33	33	87	103	114

Anhang – Tabelle 5: Einfluss von signifikanten Umwelt- und Managementfaktoren auf Gerüstsubstanzen und Zucker von Raufutter in Österreich (LK-Heuprojekte 2012 bis 2018)

Faktoren	Anzahl Proben			NDF [g/kg TM]			ADF [g/kg TM]			ADL [g/kg TM]			Zucker [g/kg TM]		
	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+
Mittelwerte	248	192	167	543	490	473	335	311	296	50	48	54	126	105	109
Jahr															
2012	40	17	28	535	473	458	352	324	335	57	55	70	130	101	104
2015	13	42	20	555	504	495	321	301	266	46	45	45	122	101	111
2018	195	133	119	541	494	465	333	309	286	47	45	48	126	114	113
Bundesland															
Kärnten	11	14	6	575	548	489	353	344	308	50	53	49	117	90	109
Oberösterreich	9	8	8	548	515	448	344	331	284	52	52	53	130	113	106
Niederösterreich	3	1	1	548	438	464	344	250	304	55	38	64	102	96	104
Salzburg	54	41	60	530	480	474	320	313	288	46	49	54	143	116	112
Steiermark	17	10	5	566	515	495	343	327	313	49	46	52	127	104	103
Tirol	103	86	36	523	486	472	328	319	301	49	50	58	129	105	112
Vorarlberg	51	32	51	513	451	469	316	296	271	47	49	51	134	112	118
Hangneigung															
eben	72	52	44	543	486	474	335	311	293	48	47	53	130	106	111
bis 30 %	130	96	109	536	487	471	332	308	299	50	47	54	126	105	108
über 30 %	46	44	14	551	498	474	340	315	294	52	51	56	121	104	109
Regen															
nein	236	185	165	534	492	462	330	310	296	49	50	53	126	116	113
ja	12	7	2	553	489	483	341	313	295	51	46	56	126	94	105
Wirtschaftsweise															
Bio	108	100	81	543	483	469	341	312	286	50	50	53	123	103	110
UBAG	100	59	62	538	490	485	336	316	300	50	48	53	126	104	107
UBAG + Verzicht	34	29	18	546	491	480	338	318	311	52	49	57	128	108	118
ohne ÖPUL	6	4	6	546	498	458	327	300	284	47	46	54	127	105	102
Siloverzicht (HKT)															
ja	204	146	144	545	492	461	337	309	288	51	47	55	128	105	111
nein	44	46	23	542	488	485	334	314	303	49	49	53	123	105	107
Bestand bei der Mahd															
nass	1	2	2	522	476	464	327	301	292	45	43	58	125	109	112
feucht	60	47	48	552	503	474	340	322	296	53	53	52	127	102	109
trocken	187	143	117	556	492	480	339	311	299	52	49	52	125	105	108
Mähzeitpunkt															
Morgen	17	12	9	548	487	480	337	304	309	51	51	57	120	103	102
Vormittag	91	76	55	551	481	481	341	312	299	51	48	57	121	103	107
Mittag	68	43	54	545	497	469	336	308	288	49	45	54	131	109	110
Nachmittag	45	39	38	534	503	465	328	317	292	48	48	54	128	106	113
Abend	27	22	11	539	484	470	335	316	289	51	49	51	131	104	115
Mähgerät															
Trommel	31	15	13	542	507	462	338	321	290	50	50	49	124	107	105
Scheiben	122	117	88	542	485	466	335	309	296	51	50	57	125	104	111
Messerbalken	37	31	15	557	479	486	342	302	295	51	45	56	129	104	108
Mähauflbereiter	58	29	51	531	491	478	326	315	302	47	49	56	126	105	113
Schnitthöhe															
unter 5 cm	11	5	5	553	499	475	336	317	297	50	47	57	130	105	109
5 bis 7 cm	173	146	118	542	489	471	334	309	295	50	48	53	123	108	111
über 7 cm	64	41	44	535	483	473	336	308	294	50	50	52	124	103	108
Zetthäufigkeit															
1 x	32	28	14	546	484	492	332	312	297	50	48	56	116	96	109
2 x	82	79	61	547	489	465	336	307	287	50	47	54	123	103	109
3 x	98	70	64	536	491	470	334	310	301	49	49	56	130	107	111
öfter als 3 x	36	15	28	543	497	465	339	316	297	50	48	51	135	114	109
Nachtschwad															
nein	230	176	151	547	489	476	340	311	299	52	47	53	127	104	108
ja	18	16	16	540	491	470	331	312	292	48	50	56	125	106	111
Dauer der Feldphase															
bis 24 h	20	25	19	521	485	458	327	312	288	48	47	53	131	102	107
24 bis 36 h	148	115	94	533	487	475	331	309	296	50	47	54	127	105	105
36 bis 48 h	61	35	38	547	478	476	339	306	296	49	47	57	123	107	106
48 bis 72 h	16	15	16	548	490	482	345	319	302	53	45	53	125	108	103
über 72 h	3	2	1	568	512		351	335		56	56		124	103	126
Erntegerät															
Ladewagen	222	170	139	543	491	477	335	314	302	49	50	55	126	106	110
Fixkammerpresse	13	6	6	540	482	443	334	302	267	49	48	48	127	105	111
Variable Presse	13	16	10	547	498	498	337	319	317	51	47	60	124	105	108
Trocknungsverfahren															
Bodentrocknung	28	23	19	569	488	464	343	312	284	50	51	53	115	99	108
Kaltbelüftung	53	42	43	532	492	486	335	311	300	50	46	57	130	105	109
Warmbelüftung	167	127	95	529	491	470	328	312	302	49	47	53	132	112	111

Anhang – Tabelle 6: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf nutzbares Rohprotein, Nettoenergie, Phosphor- und Eisengehalt von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 u. 2012)

Faktoren	Anzahl Proben			nutzbares Rohprotein [g/kg TM]			Nettoenergie-Laktation [MJ/kg TM]			Phosphor (P) [g/kg TM]			Eisen (Fe) [mg/kg TM]		
	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+
Mittelwerte	782	635	359	122	127	133	5,47	5,48	5,64	2,4	3,0	3,3	554	472	988
Jahr															
2007 bis 2010	187	160	42	121	127	131	5,45	5,50	5,63	2,4	3,1	3,4	507	325	
2012	283	229	143	125	127	134	5,74	5,52	5,69	2,4	3,1	3,3	614	693	
2015	117	110	54	119	127	134	5,22	5,44	5,62	2,4	3,0	3,3	673	547	
2018	195	136	120	123	128	135	5,49	5,48	5,62	2,3	3,0	3,3	424	324	
Bundesland															
Kärnten	33	35	9	119	125	131	5,33	5,32	5,60	2,4	3,1	4,0	609	553	
Oberösterreich	18	20	13	120	125	133	5,43	5,42	5,65	2,7	3,4	3,6	360	386	
Niederösterreich	10	5	8	122	128	140	5,35	5,59	5,87	1,8	2,6	3,0	414	401	
Salzburg	147	136	142	122	127	133	5,54	5,45	5,61	2,3	2,9	3,4	551	487	
Steiermark	63	38	12	121	127	128	5,43	5,41	5,33	2,5	3,3	2,7	426	192	
Tirol	391	287	75	122	127	132	5,54	5,46	5,64	2,3	2,8	3,2	707	736	
Vorarlberg	120	114	100	126	134	136	5,71	5,73	5,79	2,7	3,1	3,4	814	552	
Hangneigung															
eben	233	193	121	123	127	135	5,50	5,46	5,68	2,4	3,0	3,4	616	459	800
bis 30 %	397	316	204	123	129	134	5,50	5,52	5,67	2,4	3,1	3,4	521	441	849
über 30 %	152	126	34	121	127	131	5,43	5,46	5,58	2,3	3,0	3,2	527	518	1.315
Regen															
nein	755	616	351	123	126	133	5,52	5,48	5,66	2,4	3,0	3,3	516	530	927
ja	27	19	8	121	128	133	5,43	5,48	5,62	2,4	3,1	3,3	593	415	1.049
Wirtschaftsweise															
Bio	362	307	184	122	127	134	5,48	5,48	5,71	2,2	2,8	3,1	604	546	951
UBAG	352	277	144	122	127	134	5,45	5,47	5,65	2,4	3,0	3,5	485	584	1.013
UBAG + Verzicht	56	38	20	121	126	130	5,45	5,44	5,57	2,4	3,1	3,3	486	302	1.051
ohne ÖPUL	12	13	11	124	130	136	5,53	5,54	5,64	2,5	3,3	3,3	643	458	937
Siloverzicht (HKT)															
ja	533	429	292	122	128	135	5,51	5,53	5,72	2,4	3,1	3,4	631	549	1.066
nein	249	206	67	122	126	132	5,44	5,44	5,56	2,4	3,0	3,2	478	396	910
Bestand bei der Mahd															
nass	17	22	10	123	127	134	5,50	5,45	5,67	2,5	3,1	3,2	472	659	
feucht	275	213	115	121	127	134	5,47	5,49	5,65	2,3	3,0	3,4	571	354	1.119
trocken	490	400	234	121	128	132	5,46	5,51	5,60	2,3	3,1	3,3	620	405	858
Mähzeitpunkt															
Morgen	83	54	19	121	127	130	5,44	5,46	5,51	2,3	3,0	3,5	572	578	889
Vormittag	329	268	133	121	128	132	5,41	5,49	5,60	2,4	3,1	3,4	528	444	1.031
Mittag	171	133	102	123	128	136	5,51	5,50	5,71	2,5	3,2	3,3	662	603	965
Nachmittag	126	114	83	122	128	133	5,51	5,49	5,63	2,5	3,0	3,2	525	397	1.169
Abend	73	66	22	122	127	135	5,50	5,48	5,75	2,3	2,9	3,2	485	340	886
Mähgerät															
Trommel	114	75	33	120	127	133	5,42	5,46	5,62	2,3	3,0	3,3	558	419	766
Scheiben	416	375	211	122	128	134	5,49	5,50	5,67	2,3	3,0	3,4	556	550	1.060
Messerbalken	145	108	30	122	128	133	5,47	5,51	5,63	2,4	3,2	3,2	537	432	1.102
Mähauflbereiter	107	77	85	124	127	133	5,52	5,46	5,65	2,5	3,1	3,3	566	489	1.024
Schnitthöhe															
unter 5 cm	45	36	13	122	127	131	5,49	5,44	5,65	2,5	3,2	3,1	739	691	1.169
5 bis 7 cm	565	475	264	122	127	133	5,48	5,49	5,62	2,4	3,0	3,4	515	417	916
über 7 cm	172	124	82	122	128	135	5,46	5,52	5,65	2,3	2,9	3,5	409	310	880
Zetthäufigkeit															
1 x	96	84	25	123	128	134	5,47	5,49	5,65	2,3	3,0	3,4	712	583	796
2 x	297	243	112	122	128	135	5,47	5,49	5,70	2,4	3,0	3,3	439	497	1.011
3 x	284	235	144	122	127	133	5,49	5,48	5,62	2,4	3,0	3,3	543	355	930
öfter als 3 x	105	73	78	121	127	132	5,47	5,47	5,59	2,4	3,1	3,3	523	455	1.216
Nachtschwad															
nein	715	581	316	122	127	132	5,49	5,45	5,60	2,4	3,1	3,3	587	590	995
ja	67	54	43	122	128	135	5,46	5,52	5,68	2,3	3,0	3,4	522	355	982
Dauer der Feldphase															
bis 24 h	87	85	41	124	128	132	5,60	5,49	5,61	2,4	3,1	3,0	581	278	919
24 bis 36 h	428	320	189	124	128	132	5,61	5,52	5,60	2,4	3,1	3,2	567	430	944
36 bis 48 h	204	164	87	122	127	133	5,49	5,49	5,61	2,4	3,1	3,4	562	412	949
48 bis 72 h	55	61	38	122	128	133	5,45	5,48	5,59	2,5	3,0	3,2	526	562	1.141
über 72 h	8	5	4	118	124	136	5,23	5,44	5,80	2,2	2,9	3,8	536	681	
Erntegerät															
Ladewagen	697	545	309	121	127	133	5,40	5,47	5,65	2,4	3,1	3,1	510	592	952
Fixkammerpresse	33	21	17	120	127	135	5,37	5,47	5,73	2,3	3,0	3,1	616	502	908
Variable Presse	36	52	30	119	123	132	5,35	5,36	5,56	2,4	3,0	3,2	429	638	1.104
Händisch	12	14	3	121	129	133	5,50	5,55	5,62	2,3	3,1	3,8	686	191	
Trocknungsverfahren															
Bodentrocknung	151	147	42	120	127	133	5,38	5,46	5,64	2,2	3,0	3,3	567	494	920
Kaltbelüftung	242	189	69	121	127	134	5,46	5,47	5,62	2,4	3,0	3,3	546	531	1.111
Warmbelüftung	389	299	248	124	128	134	5,58	5,51	5,66	2,5	3,1	3,4	551	392	934

Mein Weg zu bester Heuqualität

Christian Gasteiger^{1*}

Der Betrieb

Ich bewirtschafte gemeinsam mit meinen Eltern einen biologischen Milchviehbetrieb in der Gemeinde Kitzbühel (Tirol). Unser Betrieb vulgo „Hof Oberhaus“ liegt auf einer Seehöhe von 790 m und ist rund 2 km vom Stadtzentrum Kitzbühel entfernt. Die gesamte Flächenausstattung des Betriebes beträgt 40 ha, wovon 16,59 ha landwirtschaftlich und 23,41 ha forstwirtschaftlich genutzt werden. Die landwirtschaftlichen Flächen setzen sich aus 10,87 ha Mähwiese/Weide mit drei und mehr Nutzungen, 5,41 ha Mähwiese/Weide mit zwei Nutzungen und 0,31 ha Hutweide zusammen.

Der „Hof Oberhaus“ wird seit jeher als Milchviehbetrieb mit Heuwirtschaft geführt und seit 2009 zudem biologisch bewirtschaftet. Zurzeit wird die produzierte Milch im Rahmen des BIO-Projektes „ZZU“ über die Tirol Milch/Berglandmilch vermarktet. Am Betrieb werden im Jahresdurchschnitt 10 Milchkühe mit Nachzucht gehalten. Die Tiere werden nicht gealpt.

In Summe sind am Betrieb 20 - 25 Stück Rinder der Rasse Fleckvieh vorhanden. Die aktuelle Laktationsleistung beträgt 5.500 kg Milch, mit 3,92 % Fett und 3,35 % Eiweiß. Die Tiere werden in einem Anbindestall (Kurzstandsystem) gehalten, wobei allen Rindern an unserem Betrieb ein täglicher Auslauf (365 Tage) gewährt wird. Die weibliche Nachzucht wird für die eigene Bestandesergänzung verwendet. Stierkälber werden nach 3 Lebenswochen an einen Händler verkauft. Die Düngung des Grünlands erfolgt ausschließlich mit betriebseigenem Wirtschaftsdünger (Mist und Jauche).

Fütterung

Alle landwirtschaftlichen Nutzflächen befinden sich arrondiert um den Hof und sind zu 80 % maschinell be-

arbeitbar. Somit eignen sich die Flächen auch gut für die Weidehaltung.

Die Weidehaltung stellt für unseren Betrieb eine wichtige Komponente in der Rinderfütterung dar. Die Weidezeit beträgt im Durchschnitt über 200 Tage im Jahr. Weidesaison beginnt in der ersten April-Woche und endet im Oktober. Im April wird eine Frühjahresbeweidung der Mähwiesen mit den Milchkühen durchgeführt. Danach werden die Weideflächen bestoßen. Auf fast allen Flächen wird eine Mähnutzung durchgeführt. Als Weidesystem für die Milchkühe wird die Koppelweide umgesetzt. Das Jungvieh befindet sich auf einer extensiven Standweide, die auch zum Heimbetrieb gehört. Untertags sind die Tiere zum Schutz gegen Hitze und Insekten im Stallgebäude untergebracht. Morgens und abends sind die Tiere auf der Weide.

Die meisten Abkalbungen finden in den Monaten Juni und Juli statt. Grund dafür ist, dass die frischlaktierenden Milchkühe zu dieser Zeit auf die Weide gehen und sie so besser bedarfsgerecht versorgt werden können. Neben dem Weidefutter werden noch 2 - 3 kg Heu des ersten Schnittes und maximal 1,5 kg Kraftfutter pro Milchkuh verfüttert. Die Fütterung in den Wintermonaten findet ausschließlich mit Bodenheu und Kraftfutter statt (1. - 3. Schnitt). Der maximale Kraftfuttereinsatz pro Kuh und Tag beträgt ca. 3 kg. Die Futtevorlage erfolgt morgens und abends per Hand.

Warum Bodenheu?

„Warum habt ihr keine Belüftung?“ Diese Frage höre ich sehr oft und sie zu beantworten, ist nicht so einfach. Ein Grund ist sicherlich die schwierige Gebäudestruktur am Hof. Der Einbau einer Heutrocknungsanlage wäre ein großer finanzieller Aufwand auf unserem Betrieb. Das bestehende Heulager könnte nicht mehr weiterverwendet werden



¹ „Hof Oberhaus“, Bilachweg 35, A-6370 Kitzbühel

* Ansprechpartner: Christian Gasteiger, email: christian.gasteiger@lk-tirol.at

und müsste zugleich mit dem Stallgebäude neu errichtet werden. Die Grundfutterqualitäten waren über die letzten Jahre mehrmals zufriedenstellend. Es gab wenige Probleme in der Rinderfütterung, da sich unser Stalldurchschnitt im niedrigeren Sektor befindet und somit unser Bodenheu immer ausreichend für eine leistungsgerechte Fütterung der Milchkühe war. Sollte sich die Betriebsausrichtung nicht drastisch ändern, wird in den nächsten Jahren die Bodentrocknung am Betrieb weiterhin bestehen.

Problemereiche in der Bodentrocknung sehe ich beim späteren möglichen Schnitzeitpunkt, der sich im Falle einer langen Schlechtwetterperiode ergibt. Das Wetter spielt eine große Rolle, um eine effiziente Heuwerbung mit einem guten Ablauf der unterschiedlichen Arbeitsschritte zu ermöglichen.

Der Weg zu guter Heuqualität mit Bodenheu

Ausgangspunkt für jede gute Grundfutterqualität ist der Pflanzenbestand. Das Knaulgras war bis zum Jahr 2010/11 das Leitgras in den Futterbeständen. Ebenso war ein höherer Anteil des Goldhafers und des Bärenklaus in den Feldern vorhanden. Doch diese Gräser und Kräuter sind nun kaum mehr in unseren Beständen. Was ist passiert?

Im Jahr 2010 stellten wir unser gesamtes Weidesystem von einer Portionsweide auf eine Koppelweide um. Auch die Frühjahrsbeweidung wurde in diesem Jahr das erste Mal durchgeführt. Es kostete uns einige verwunderte Blicke der Nachbarn als wir die Milchkühe großflächig über die grünwerdenden Flächen weiden ließen. Es war zu der Zeit, als die ersten Landwirte und Landwirtinnen in unserer Region die Felder mit der Egge bewirtschafteten, um die Maulwurfshügel zu begradigen und die Grasnarbe aufzulockern (Anfang April).

Wir ließen unsere Kühe in dieser Zeit über alle Flächen weiden. Dies wurde bis heute jedes Jahr durchgeführt. Dazu wurde in den letzten Jahren bei lückigen Stellen ganz vereinzelt Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe nachgesät, um den Anteil der Rasengräser im Bestand zu erhöhen. Durch die genannten Maßnahmen änderte sich der Pflanzenbestand. Das Knaulgras und der Bärenklaus nahmen ab und der Anteil von Wiesenrispe, Deutsches Weidelgras und auch Weißklee nahm massiv zu. Innerhalb von zwei bis drei Jahren wurde somit das Deutsche Weidelgras das Leitgras in den Feldern. So konnte ich mit geringem Aufwand gute Futtergräser in den Pflanzenbestand bringen.



Als nächstes nahm ich die Heuwerbung ab Sommer 2013 genauer unter die Lupe. Folgende Aspekte der Heuwerbung sind meiner Meinung nach unerlässlich für eine gute Heuqualität.

Schnitzeitpunkt:

Da wir „nur“ Bodenheu produzieren, ist das Wetter der zweitwichtigste Faktor für den richtigen Schnitzeitpunkt. Wir benötigen zwei sonnige, trockene Tage am Stück, um 50 % unserer Fläche ernten zu können. Im Durchschnitt der letzten 10 Jahre begannen wir in der letzten Mai-Woche mit der Heuernte. Den 1. Schnitt konnten wir spätestens Mitte Juni abschließen. Der 2. und 3. Schnitt wird nach ca. 5 - 6 Wochen wieder geerntet.

Die unterschiedlichen Heuwerbevorgänge werden an unserem Betrieb wie folgt umgesetzt:

Mähen:

Gemäht wird mit einem Scheibenmäherwerk in Seitenanhangung mit einer Mähbreite von 2,25 m. Die Schnitthöhe beträgt mindestens 8 cm und gemäht wird meistens um die Mittagszeit. Das Scheibenmäherwerk ist ohne Mähauflbereiter ausgestattet.

Zetten:

Die Mahd und das Zetten erfolgt parallel. Nach der Mahd werden so schnell wie möglich die Mahdschwaden auseinander gezettet. Es sind immer zwei Traktoren im Einsatz. Die Höheneinstellung des Kreiselzettwenders erfolgt über das Tastrad. Beim Auseinanderzetten wird mit einer Drehzahl von über 450 Umdrehungen pro Minute gefahren. Wenn es die Witterung zulässt, wird das Futter am gleichen Tag nochmal zweimal gewendet. Das mehrmalige Wenden des Heus am ersten Tag führt zu einer schnelleren Abtrocknung des Pflanzenbestandes. Wenn die Heuoberfläche vom nächtlichen Tau abgetrocknet ist, wird das Heu am zweiten Tag noch einmal mit einer geringen Drehzahl (unter 300 Umdrehungen pro Minute) gewendet. Es werden keine Nachtschwaden gemacht.

Schwaden:

Das Schwaden findet mit einem Einkreiselschwader statt. Die Höheneinstellung erfolgt ebenfalls über ein Tastrad. Dabei wird auf eine geringe Drehzahl geachtet, um die



Bröckelverluste niedrig zu halten. Die Schwad bleibt einige Zeit auf den Feld liegen. Bei leichtem Wind ergibt sich noch ein zusätzlicher Trocknungseffekt des Erntegutes.

Heuen mit Ladewagen:

Beim 1. Schnitt werden Schneidmesser verwendet. Beim 2. und 3. Schnitt wird ohne Schneidmesser geerntet. 2/3 des Futters wird mit dem Ladewagen geheut. Aus 1/3 des Futters werden mit einer Festkammerpresse Rundballen gemacht, wobei dieser Arbeitsschritt personell ausgelagert wird. Grund für die Ballenproduktion ist der Platzmangel im Heulager.

Verräumen des Erntegutes im Heulager:

Dies findet mit einem 4-Rad-Bagger statt. Eine lockere Ablage des Futters und großflächige Verteilung im Heulager ist wichtig, um eine Verpilzung und nachträgliche Erwärmung des Futters zu vermeiden. Eine maximale Schütthöhe von 2,5 m wird nicht überschritten.

Grundfutteruntersuchung:

Durch die Grundfutteruntersuchung bekommt man einen guten Überblick über die Grundfutterqualitäten. Mit 163 g



Rohprotein/kg TM, 80 g Rohasche/kg TM und einer Nettoenergiekonzentration von 6,01 MJ NEL beim 3. Schnitt ist uns das Heu aus Bodentrocknung im letzten Jahr gut gelungen. Dieses Heu (3. Schnitt) zählte bei der österreichischen Heumeisterschaft 2019 zu den besten 3 Heuproben aus Bodentrocknung und wurde ausgezeichnet.

Fazit und Abschluss

Meiner Meinung nach gibt es zwei wesentliche Aspekte, welche vom Landwirt und von der Landwirtin beeinflussbar sind. Zum einen die Steuerung des Pflanzenbestandes und zum anderen die sorgsame Maschineneinstellung der Heuwerkzeuge, verknüpft mit dem schonenden Umgang mit dem „sensiblen Bodenheu“. Das Wetter, welches von uns nicht beeinflussbar ist, bleibt ein wichtiger Faktor für eine gute Heuqualität. Die Schlagkraft bei der Heuwerbung ist für unseren Betrieb ein wichtiger Aspekt. Bei kurzen Schönwetterphasen muss es sehr schnell gehen, um den gewünschten Schnittzeitpunkt einhalten zu können. So ist der Wetterbericht ein täglicher Begleiter. Es ist wichtig, sich bei unsicheren Wetterlagen nicht aus der Ruhe bringen zu lassen und nicht überhastet die Ernte zu starten.

„Bodenheu zu produzieren ist reine Nervensache“



Hohe Silomaisanteile in Milchviehrationen

High proportions of corn silage in dairy cattle rations

Bernd Losand^{1*}

Zusammenfassung

Silomais hat sich in Europa in den letzten Jahrzehnten neben den Ernteprodukten vom Grünland zum wichtigsten Grobfutter für die Fütterung von hochleistenden Kühen und Mastrindern entwickelt und nimmt einen bedeutenden Anteil des landwirtschaftlich genutzten Ackerlandes in Anspruch. Für eine gegenüber der Marktfruchterzeugung konkurrenzfähige Veredelung in Milcherzeugung oder Rindermast bedarf es sicherer Erntemengen, stabil hoher Nährstoffgehalte, beherrschbarer Lagerungseigenschaften und sicherer hygienischer Qualitäten. Um ein solches Futter maximal in tierische Leistung umsetzen zu können, muss Silomais andererseits effektiv sowie leistungs- und gesundheitsgerecht in der Fütterung eingesetzt werden. Dazu ist Silomais in entsprechendem Umfang und der gewünschten Qualität gezielt zu erzeugen. In flächenarmen Viehhaltungsbetrieben liegt wegen des höheren Anteiles Mais in der Fütterung dabei der Schwerpunkt auf dem Grobfuttercharakter, d. h. der Stimulation des Wiederkauens bei Sicherung einer hohen Gärqualität und eines ausreichend guten Aufschlusses der Maiskörner und Häckselabschnitte. In grünlandreichen Regionen steht bei der Ernte und beim Einsatz von Silomais der Kraftfuttercharakter im Vordergrund. Maisstärke aus silierten Ernteprodukten ist potenziell besser und kontinuierlicher im Pansen verfügbar als Stärke aus reifen, trockenen Maiskörnern. Für den optimalen Einsatz von Silomais in seiner Komplexität von Maiskorn, Spindel und Restpflanze in der Hochleistungsfütterung ist dessen detaillierte Futterwertcharakterisierung einschließlich der Abbaudynamik der Restpflanze unabdingbar. Eine fachgerechte Silierung und verlustfreie Lagerung des Silomaises ist neben dem weitestgehenden Erhalt der wertbestimmenden Inhaltsstoffe auch wichtig für den Einsatz eines sicheren Futtermittels zur Erzeugung sicherer Lebensmittel und für hohe Futteraufnahmen.

Schlagwörter: Silomais, Milcherzeugung, Maisstärke, Restpflanze, Futterwert

Summary

Maize used for silage has developed in recent decades, in addition to harvested products from grassland, to the main roughage for the feeding of high-yielding cows and beef cattle, and claims a significant share of arable land. For a processing in milk production or cattle fattening, which is competitive with respect to the production of market crops, it is necessary to have secure harvests, stable high nutrient contents, controllable storage properties and safe hygienic qualities. On the other hand, in order to be able to implement such a feed maximally in animal performance, maize for silage must be used effectively in the feeding, in terms of performance and health. For this purpose, ensiled maize must be produced to the appropriate extent and the desired quality in a targeted manner. In area-poor livestock farms, the emphasis is on the roughage character due to the higher proportion in feed rations i.e. the stimulation of rumination while ensuring a high fermentation quality and a sufficiently good digestion of corn kernels and shredded plant sections. In grassland-rich regions the use of silage maize focuses on concentrate character of this feed. Corn starch from ensiled harvest products is potentially better and more continuously available in the rumen than starch from mature, dry corn kernels. For the optimal use of silage maize in its complexity of corn kernel, spindle and residual plant in high-performance feeding, its detailed feed value characterization including the degradation behavior of the residual plant is indispensable. Proper silage and loss-free storage of the silage maize is, in addition to the greatest possible retention of the value-determining ingredients, also important for the use of a safe feed for the production of safe food and for high feed intake.

Keywords: corn silage, milk production, maize starch, residual plant, feed value,

Einleitung

Mais zur Grobfuttererzeugung wird in Deutschland auf einer Fläche von fast 2,1 Mio. ha angebaut, mithin auf 17,8 % der Ackerfläche. Damit stünden jedem Rind ab einem halben Jahr etwa 0,13 ha Maisanbaufläche zur Verfügung. Unter

Berücksichtigung des in den letzten 20 Jahren zusätzlich entstandenen Bedarfes für die Biogasproduktion und vielleicht auch geringer Mengen für die Fütterung von Monogastern kann trotzdem davon ausgegangen werden, dass 10–12 kg Silomais/Tag und Rind zur Verfügung stehen, setzt man die Erträge des Jahres 2017 voraus. Als Wiederkäuer war die

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA), Institut für Tierproduktion, Wilhelm-Stahl-Allee 2, D-18196 Dummerstorf

* Ansprechpartner: Dr. Bernd Losand, email: b.losand@lfa.mvnet.de

Milchkuh bis vor einer historisch kurzen Zeit (1950) in der Lage, ihren Futterbedarf überwiegend von Grünland decken zu können, wenn der Landwirt für ausreichende Qualitäten gesorgt hat. Es muss schon einen guten Grund geben, dass die Maispflanze, die in unserer mitteleuropäischen Region ursprünglich nicht zu Hause war, heute den Landwirt dazu bringt, seinen wichtigsten Produktionsfaktor, den Boden, für den Maisanbau zur Fütterung statt für den Anbau von marktfähigen Früchten zu nutzen und das mittlerweile in einem erheblichen Umfang. Aus der heutigen Milchviehhaltung ist der Silomais als wichtigstes energiereiches Grobfutter nicht mehr wegzudenken. In typischen Ackerbauregionen wird es zu Anteilen von bis zu 80 % des Grobfutters in Rationen für hochleistende Kühe eingesetzt. Dazu bedarf es sicherer Erntemengen, stabil hoher Nährstoffgehalte, beherrschbarer Lagerungseigenschaften und im Hinblick auf die Nutzung für die Lebensmittelerzeugung sicherer hygienischer Qualitäten. Um ein solches Futter maximal in tierische Leistung umsetzen zu können, bedarf es andererseits eines effektiven, leistungs- und gesundheitsgerechten Einsatzes.

Silomais- Kraft- und Grobfutter in einer Pflanze

Was man der sich im erntereifen Zustand befindlichen Maispflanze nicht ansieht, sie besteht zu einem großen Anteil aus dem Kolben. Etwa 50–60 % der Trockenmasse werden vom Kolben, der aus der Maisspindel, den darauf sitzenden Maiskörnern und den sie umhüllenden Lieschblättern besteht, gestellt. Erwartet werden heute hohe Stärkegehalte

von 35 % in der Trockenmasse der Gesamtpflanze. Es dürfen auch gern mehr sein. Hohe Stärkegehalte sind verbunden mit niedrigen Fasergehalten von deutlich weniger als 20 % Rohfaser bzw. <400 g aNDFom/kg TS (Tabelle 1). Ein solcher Silomais ist nicht mehr wiederkäuergerecht als alleiniges Grobfutter in der Rinderfütterung einsetzbar, sondern erfordert eine Optimierung der physikalischen Strukturwirkung des geernteten Produktes. Darüber hinaus hat es der Landwirt durch Variation des Ernteverfahrens selbst in der Hand die Zusammensetzung des Ernteproduktes Silomais noch energiereicher zu „gestalten“. So lässt sich durch den Einsatz der Pflück-Häckseltechnik der Anteil des Kolbens von 60 auf bis zu 75 % erhöhen, indem während der Ernte beispielsweise zwei Einzugsseinheiten eines 4- oder 6-reihigen Maishäckslers gegen Pflückereinheiten ausgetauscht werden, so dass wahlweise zu zwei Pflückreihen 2, 3 oder 4 zusätzliche Maisreihen hinzugehäcksel werden. Das ist verbunden mit einer Erhöhung des Energiegehaltes zwischen 1 und 2 MJ ME/kg TS (nach ZENS et al. 1997). Auch durch die Veränderung der Stoppelhöhe auf 30, 45 oder 50 cm kann der Anteil des Kolbens am geernteten Silomais verbessert werden. Dadurch erhöht sich die Verdaulichkeit des eigentlichen Grobfutters, weil ein Teil des verholzten Stängels und abgestorbene Blätter auf dem Acker verbleiben. Je nach Pflanzenhöhe und Kolbenausprägung sind hier 2–3% höhere Trockenmassegehalte mit um 0,1 bis 0,3 MJ ME/kg TS höheren Energiekonzentrationen zu erwarten. Im Extremfall kann auch nur der Lieschkolben geerntet werden und zu Lieschkolbenschrot, quasi einem Kraftfutter, verarbeitet und siliert werden (LKS).

Tabelle 1: Nährstoff- und Energiegehalt (g bzw. MJ/kg TS) unterschiedlich geernteten Silomaises

	TS (g/kg)	XA	XP	XL	XF	NDF	Stärke	ME	NEL
Maissilage ¹⁾	362	35	70	33	181	377	349	11,2	6,9
Silomais ²⁾	320	-	-	-	160–180	-	-	10,5	-
PHS (4+2) ³⁾	370	-	-	-	140–160	-	-	11,5	-
PHS (2+2) ³⁾	400	-	-	-	130–150	-	-	12,2	-
15 cm ³⁾	304	47	80,5	24,7	204	448	240	10,7	-
30 cm ³⁾	305	43	80,5	26,1	198	448	253	10,8	-
40 cm ³⁾	315	42	81,2	26,6	195	433	267	10,9	-

¹⁾ EUROFINS (2019), Mittelwert Untersuchungen 2014–2018

²⁾ nach ZENS et al. (1997), Silomais vs. Pflückhäcksel silage aus 2 Reihen gepflückt zu 4 bzw. 2 Reihen gehäcksel

³⁾ Untersuchungen der LFA MV 1998

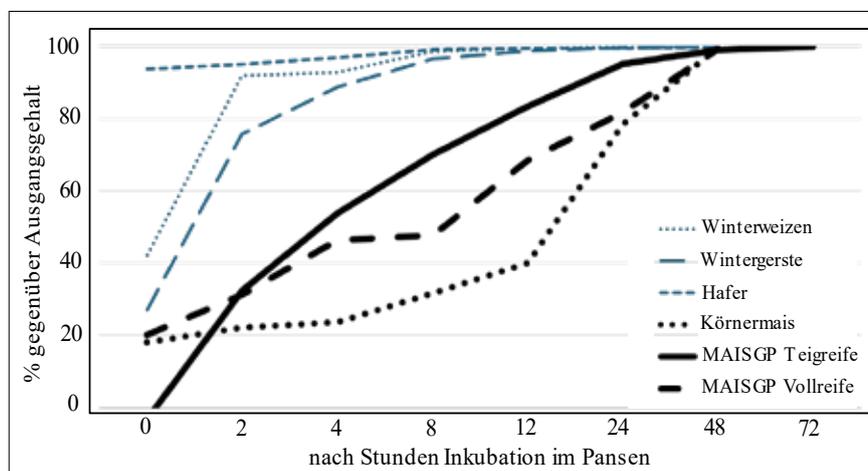


Abbildung 1: Mittlere scheinbare Verschwinderraten der Stärke [%] (in situ, nach SCHMIDT 2003)

Maisstärke ist nicht gleich

Maisstärke

Die Maisstärke ist auch für das Grobfutter Silomais wertbestimmend. Bei einem Kornanteil an der Trockenmasse der Gesamtpflanze von 50–60 % und einem Stärkegehalt von 65–70 % im Korn sind zwischen 35 und 40 % Stärke in der Gesamtpflanze zu erwarten. Rohe Maisstärke unterscheidet sich durch Korngröße, Struktur, den Anteil Amylopektin und die Einbettung in eine Proteinmatrix innerhalb der Zelle deutlich in ihren Eigenschaften von der anderer in der Fütterung verwendeter Stärken (MATTHÉ 2001). Dadurch wirkt sie verdauungsphysiologisch anders als zum Beispiel Getreidestärken. Im Pansen wird sie langsamer und wegen der kontinuierlichen Pansenpassage insbesondere der kleineren Futterpartikel nicht vollständig abgebaut (Abbildung 1). Das hat den Vorteil, dass auch die durch die mikrobielle Fermentation der Maisstärke gebildeten Fettsäuren nicht unmittelbar und konzentriert nach der Futteraufnahme, sondern zeitlich verzögert im Pansen anfluten, was einer Pansenübersäuerung entgegenwirkt.

Tabelle 2: Angepasste Stärkebeständigkeiten für Maisprodukte (DLG 2008)

Futtermittel	TM %	XS g/kg TS	Stärkebeständigkeit (%)	
			alt*	neu
Frischmais	28	225	23	23
Maissilage, ca. 55 % TM im Korn	28–32	210–300	21–30	10
Maissilage, ca. 60 % TM im Korn	33–36	>300	30	15**
Lieschkolbenschrotsilage (LKS)	50	420		15
CCM	60–65	634	30	25
Feuchtmais	60–65	661	30	25
Körnermais	88	694	42	42
Maiskleberfuttersilage	44	340	10	10
Maiskleberfutter	89	201	21	21
Maisschlempe, getrocknet	90	92	15	15

* DLG-Info 2/2001 (in Anlehnung an CVB 1999)

Insbesondere gilt das für die ausgereifte Stärke des Körnermais, die nicht wasserlöslich ist und damit auch nicht sofort durch die Mikroben umgesetzt werden kann, was zudem durch eine ungenügende Zerkleinerung des Maiskorns begünstigt wird. Während der Silierung wird die harte Proteinmatrix im Stärkekorn soweit aufgeweicht, dass es für den mikrobiellen Abbau zugänglicher wird (DLG 2008). Dadurch wird die Abbaubarkeit der Maisstärke deutlich verbessert, bleibt aber trotzdem gegenüber anderen Stärkequellen in der Abbaugeschwindigkeit zurück. Für Maisprodukte wurden aufgrund neuerer Arbeiten zu silierten Maisernteerzeugnissen die Stärkebeständigkeitswerte in den Empfehlungen der DLG (2008) angepasst (Tabelle 2).

Nach Untersuchungen in den Niederlanden (OERLEMANS 2013) nimmt infolge des mikrobiellen Einflusses und durch die Einwirkung der gebildeten Gärsäuren die Stabilität der Maisstärke im Verlauf der Lagerung im Silo weiter ab. Dies wird in der Futtermittelanalytik berücksichtigt aufgrund des Zusammenhangs zwischen dem zunehmenden wasserlöslichen Stärkeanteil und der abnehmenden Pansenstabilität. Gegenüber der Probierung der Maissilage noch im Herbst nach seiner Einlagerung verringert sich die Pansenstabilität der Maisstärke bis zum kommenden Sommer um 5–6 %-Punkte.

Verdaulichkeit der Maisstärke verändert sich mit der Verzehrsmenge

Das Verdauungssystem der Wiederkäuer ist darauf ausgerichtet, dass die wesentliche Verdauungsarbeit des Futters durch die Mikroorganismen in den Vormägen verrichtet wird. Die Verdauungsprodukte werden entweder durch die Mikroorganismen für das eigene Wachstum genutzt oder aber bereits in den Vormägen resorbiert. Dazu gehören auch die Abbauprodukte aller Kohlenhydrate, die Milchsäure und die flüchtigen Fettsäuren Essig-, Propion- und Buttersäure. Sie spielen im Energiestoffwechsel der Wiederkäuer eine wichtige Rolle, wird aus ihnen doch im Stoffwechsel der Kuh selbst die Glukose wiederaufgebaut. Der größte Teil der von der Kuh auch substanziell für die Synthese des Milchzuckers Laktose benötigten Glukose wird auf diesem Weg bereitgestellt und zwar aus für das Tier selbst unverdaulichem, zellulosehaltigem Pflanzenmaterial. Auf die direkte Verdauung von Zucker und Stärke durch in den Dünndarm sezernierte amylolytische Enzyme ist der Verdauungsapparat des Wiederkäuers nur unzureichend eingestellt. Futterstärke, die der bakteriellen Nutzung in

den Vormägen entgeht, muss durch entsprechend im Dünndarm gebildete Verdauungsenzyme zu Glukose verdaut werden. Dieser Weg der Bereitstellung von Glukose aus den Futterkohlenhydraten für den Energiewechsel und als Substrat für die Milchzuckerherstellung wäre an sich weniger aufwändig als der Abbau im Pansen zu den kurzkettigen Fettsäuren, deren Resorption in den Blutkreislauf und die anschließende Neusynthese von Glukose. Aber die Kapazität der Bauchspeicheldrüse und des Dünndarms, Kohlenhydrate

zu Glukose abzubauen und in die Blutbahn einzuschleusen, ist begrenzt. Fluten im Dünndarm zu große Mengen an Durchflussstärke an, wie es bei der mit viel Futtermais versorgten Hochleistungskuh passieren kann, dann reicht unter Umständen die Menge an Amylase und auch die bei der hohen Darmpassage zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, diese vollständig zu verdauen. Dieser Mangel wird oft noch dadurch unterstützt, dass das Maiskorn nicht ausreichend zerkleinert und die in das harte Endosperm des Maiskorns eingebettete Stärke zu wenig für die Enzyme angreifbar ist. Dadurch geht die Verdaulichkeit der Durchflussstärke zurück und die der Verdauung entgehende Stärke wird erst im Dickdarm mikrobiell oder aber gar nicht verdaut und ausgeschieden. Nach MATTHÉ (2001) wird der Energiegehalt von Glukose, wenn sie im Pansen zu Fettsäuren abgebaut und anschließend in der Gluconeogenese wieder zu Glukose aufgebaut wird, nur zur Hälfte wieder bereitgestellt. Wird die Glukose erst im Dünndarm verdaut und als Glukose direkt in den Blutkreislauf eingeschleust, hängt die Bereitstellung nur von der Verdaulichkeit ab. Nimmt die Verdaulichkeit aber bei zunehmender Bypass-Stärke ab, verringert sich der energetische Vorteil der direkten Bereitstellung von Glukose durch die Verdauung im Dünndarm. Nach MATTHÉ (2001) ist dieser Weg nur bis zu einer Menge von 1,3 bis 1,8 kg Durchflussstärke/Tag effizienter. Mengen an Bypassstärke darüber hinaus sind also für das Tier ineffektiv. Hier entsteht ein Zielkonflikt. Einerseits wollen wir den Pansen vor Übersäuerung schützen, indem wir den Ort der Stärkeverdauung in den Dünndarm verlagern, was für die Ausnutzung der Futterstärke auch noch effektiver sein kann. Das ist die Situation unter mitteleuropäischen Bedingungen mit relativ viel Einsatz von Getreidestärke und zusätzlicher Leistungsfütterung unter Einsatz von Körnermais. Unter amerikanischen Bedingungen mit hohen Anteilen Körnermais in der Fütterung geht das Bestreben dahin, mit verschiedenen Verfahren den Mais aufzubereiten und die Stärke schon im Pansen verfügbarer zu machen. Andererseits ist der positive Effekt der Pansenstabilität mit zunehmender Menge rückläufig. Der Einsatz hoher Anteile silierter Maiskörner, gemeinhin in der Maissilage, aber auch in Lieschkolbenschrot- bzw. Feuchtmassilage dagegen liefert dem Pansen hohe Mengen gut aufgeschlossener Maisstärke, die langsamer als Getreidestärke im Pansen abgebaut wird und damit kontinuierlicher energetisch wirksam wird, ohne das Pansenmilieu stark zu belasten. Gleichzeitig wird die Verdauungskapazität des Dünndarms für die Stärke entlastet (KNOWLTON et al. 1998).

Welcher Wert kommt der Mais-Restpflanze zu?

Wertbestimmend für Maissilage als Grobfutter ist der Kraftfutteranteil, der Kolben mit den Maiskörnern. Wenn dieser mindestens einen Anteil von 50 % der Trockenmasse einnimmt, hat auch die Maissilage einen sehr hohen Energiegehalt und eine hohe Gesamtverdaulichkeit. Die anderen 40–50 % des Grobfutters Maissilage, die Restpflanze, sind physiologisch gesehen Gras im späten, reifen Vegetationsstadium bis hin zu Stroh. Dieser Restpflanzenanteil liefert noch 30–35 % der Gesamtenergie, deckt vor allem aber den Wiederkaubedarf der Rinder. Durch seinen hohen Anteil an relativ schwerverdaulichen Fasersubstanzen ist der Energiegehalt der Restpflanze vergleichsweise niedrig. Die Verdaulichkeit, d. h. die energetische Nutzbarkeit des Restpflanzenanteils ist eher gering, aber sehr variabel. So variiert die Rohfaserverdaulichkeit der Mais-Restpflanze zwischen 55 und 75 %, die Verdaulichkeit der organischen Substanz zwischen 54 und 67 % und der Energiegehalt zwischen 7,2 und 9,0 MJ ME/kg TS. Ursache dieser Variation ist zum einen die erreichte Abreife der Restpflanze bei der Ernte im Zusammenwirken mit der genetischen Konstitution der Maissorte. Mais, ob zur Körnerernte gedacht oder für die Nutzung als Silomais ist extrem durch Züchtungsarbeit beeinflusst worden. So werden seit den 20–30er Jahren des 20. Jh. die natürlichen „brown midrib“ Mutationen einiger C4-Pflanzen wie Mais, Sorghum und Sudangrass züchterisch genutzt. Brown midrib-Sorten zeichnen sich durch einen 2–3 % geringeren Faser- und Ligningehalt aus. Das führt nachweislich zu höherer Futteraufnahme und Verdaulichkeit der Restpflanze in etwa gleicher Größenordnung. Jedoch sind nach einer Übersicht von LAUER und COORS (1997) brown midrib Sorten weniger ertragreich, so dass der Vorteil einer ca. 4 % höheren Mast- oder Milchleistung je t eines solchen Futters auf den Hektar bezogen in einen leichten Nachteil mündet. Weitere Nachteile dieser Genetik sind geringe frühe Entwicklung, Lageranfälligkeit, verspätete Blüte.

Aber auch andere Züchtungsbemühungen wie z.B. „stay green“ Sorten bzw. die Züchtung nach Reifegruppe beeinflussen im Zusammenspiel mit den regionalen klimatischen Wachstumsbedingungen die Entwicklung der Maispflanze bis zum Erntezeitpunkt. Entscheidend für die Einschätzung des Futterwertes des Silomaises sind daher oft weniger die Tabellenwerte als vielmehr die konkrete Futtermittelanalyse. Die Standardanalyse gibt aber nur den Hinweis auf den Energie-, den Stärke- und den Fasergehalt. Landwirte, die überwiegend Silomais als Grobfutter in der Milchproduktion oder Rindermast einsetzen, ist ein Hinweis auf die Verdaulichkeit wie auch Unverdaulichkeit der Restpflanze jedoch

zunehmend unabdingbar. Futterbewertungssysteme, die die Dynamik des Kohlenhydratabbaus und der mikrobiellen Proteinsynthese im Zusammenspiel mit Rationsoptimierungskalkulationen berücksichtigen (CNCPS, NORFOR, NL, INRA), benötigen Hinweise zum Abbauverhalten der Kohlenhydrate, also auch der Zellwandkohlenhydrate. NDF-digestibility bzw. Abbauraten oder aber die Fraktionierung der Kohlenhydrate in löslich, leicht und schwer abbaubar dienen dazu. Im Gegensatz zu Grasernteprodukten wie Frischgras, Silage oder Heu besteht bei der Maisganzpflanze jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Faseranteil und dessen Verdaulichkeit, so dass die energetische Nutzbarkeit der Restpflanze per Roh Nährstoffanalyse nicht abgeschätzt werden kann. So beträgt z.B. die Korrelation zwischen dem Rohfasergehalt (ähnlich auch für NDF- und ADF-Gehalt) und der am Tier bestimmten Rohfaserverdaulichkeit bei Silomais (PRIES et al. 2019; GfE 2008) in einer Zusammenstellung von 220 Verdauungsversuchen nur 0,08, ist also nicht vorhanden. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen ZELLER et al. (2009), die Maisrestpflanzen von Silomais unterschiedlicher Reifegruppen in einer *in vitro*-Studie untersuchten. Für die Schätzung der Faser-Verdaulichkeit und deren Abbauraten in verschiedenen Systemen dienen *in situ* (in sacco)-Abbaustudien und die chemische Fraktionierung der Kohlenhydrate in wasserlöslich, leicht, schwer und unabbaubar. *In vitro*-Parameter für die Verdaulichkeit wie die Enzymlöslichkeit der organischen Substanz oder bei der analytischen Nutzung von aktivem Pansensaft können jedoch auch einen Hinweis auf die energetische Nutzbarkeit der Restpflanze bzw. deren Kohlenhydrate liefern. So beträgt der Zusammenhang (Korrelation *r*) zwischen der um den Stärkegehalt des Silomaises bereinigten Enzymlöslichkeit der organischen Substanz (ELOS) und der Verdaulichkeit der Rohfaser in den von PRIES et al. (2019) genutzten Ergebnissen aus Verdauungsversuchen mit Hammeln immerhin 0,40.

Entscheidend sind Zubereitung und Anteil in der Ration

Wichtig für den Anbauumfang, die Ernteentscheidung, die Erntetechnologie und die Häcksellänge sind in erster Linie die Mengen- und Qualitäts-Erfordernisse der Tiere, die zur Verfügung stehenden Futterflächen und auch Konservierungsverfahren.

Wird der Silomais als vorrangiges Grobfutter benötigt, muss er zwar energiereich geborgen werden, aber unter größtmöglicher Sicherung der Lieferung an physikalisch wirksamer Struktur. Hierfür wird eher ein Verfahren für qualitativ hochwertige Silage mit langen Häcksellängen und gut aufgeschlossenem Korn benötigt, wobei eher tief geerntet

Tabelle 3: Futterwertangaben von Maissilage, Maiskolben und Maisrestpflanze im Vergleich

	TS g/kg	XA	XP	XL	XF	NDF	NFC	Hemicell.	XS	DOM ³⁾ %	DXF ³⁾ %	ME MJ/kg TS
Restpflanze ¹⁾	233	69	70	14	334	659	188	262	-	60	64	8,2
Maissilage ¹⁾	345	38	75	30	198	412	445	189	330	75	62	11,0
CCM ²⁾	600	14	90	43	40	165	688	118	692	84	42	12,9
Weizenstroh ²⁾	860	78	37	13	429	780	90	300	-	47	56	6,4

¹⁾ Datenmaterial aus Verdauungsversuchen in Deutschland und Österreich zur Ableitung und Validierung von Energieschätzgleichungen Maisernteerzeugnisse (GfE 2008; PRIES et al. 2019)

²⁾ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2018); DOM und DXF aus DLG (1997)

³⁾ DOM – Verdaulichkeit der organischen Masse; DXF – Verdaulichkeit der Rohfaser

wird. Steht genügend Weide-/Grünland für Frischgras bzw. die Herstellung von Grassilage und/oder Heu zur Verfügung, liegt der Fokus mehr auf dem „Kraftfuttercharakter“, d. h. hohem Kornanteil und hoher Restpflanzenverdaulichkeit, bei Bevorzugung kurzer Häcksellängen und Hochschnitt. Dies begünstigt zusätzlich die Silierarbeit, damit auch die Gärqualität und die Futteraufnahme, weil die notwendige Kau- und Wiederkauarbeit verringert wird. Bei welchem Reifestadium geerntet wird, entscheidet sich außer nach technologischen und agronomischen Aspekten an der Frage des angestrebten Futterwertes und der Siliereigenschaften, also des Trockenmassegehaltes der Gesamtpflanze, dem angestrebten Reifestadium und dem erreichbaren Stärkegehalt. Die einzustellende Häcksellänge ist in erster Linie eine Frage der Silierarbeit. Kurze Häcksellängen begünstigen die Verfestigung und verbessern den Aufschluss des Maiskorns und der Restpflanze. Große Häcksellängen erfordern eine intensivere Verfestigung des Silostapels, eine bessere Aufbereitung des Stängels und Maiskolbens einschließlich der Körnerzerkleinerung für den effektiveren Aufschluss während der Silierung und besseren Ausnutzung im Verdauungstrakt. Der höhere Aufwand für die Aufbereitung des Siliergutes steht hier gegen den geringeren Aufwand für das Häckseln.

Gärqualität beeinflusst die Futteraufnahme

Nach DLG (2006) wird die Futteraufnahme in der Milchkuhfütterung positiv beeinflusst, wenn Maissilage in die Ration integriert wird. Je Prozent Grobfuttertrockenmasse mehr aus Maissilage kann die Gesamt-Trockenmasseaufnahme um etwa 7 bis 10 g/Tag höher ausfallen. Jedoch können die Futteraufnahme aus silierten Futtermitteln und auch die Gesamtfutteraufnahme aus Rationen mit Gärfuttermitteln durch zu hohe Gehalte an den einzelnen kurzkettigen Fettsäuren oder den Gärsäuren insgesamt negativ beeinflusst sein. Die Ursachen dafür sind möglicherweise im Zusammenhang mit Fehlgärungen und den daraus entstehenden Abbauprodukten wie biogenen Aminen zu finden. Einer Literaturswertung zufolge sieht EISNER (2007) vor allem einen negativen Zusammenhang zwischen der Silageaufnahme und deren Essigsäuregehalt. Einem „Silage dry matter intake“-Index von HUHTANEN et al. (2002) zufolge wird eine Silage mit einem Gesamtsäuregehalt von 80 g/kg TS mit 100 Punkten bewertet. Abweichungen davon werden je Punkt des Indexes mit 0,1 kg TS-Aufnahme korrigiert.

Literatur

- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7., erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle. DLG-Verlag Frankfurt/Main.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2006: DLG-Information 1/2006 – Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh; erarbeitet durch den DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung und den Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten bei der DLG.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2008: Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte – Ergänzung zur Broschüre „Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLD-Information 2/2001, erarbeitet durch den DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung. www.futtermittel.net
- EISNER, I., 2007: Statistische Analyse der Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme sowie Milchleistung und Milchezusammensetzung bei Kühen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Eurofins Agraranalytik Deutschland GmbH, 2019: persönliche Mitteilungen Büro Parchim.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2008: New equations for predicting metabolizable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.
- HUHTANEN P., H. KHALILI, J.I. NOUSIAINAN, M. RINNE, S. JAAKKOLA, T. HEIKKILÄ und J. NOUSIAINEN, 2002: Prediction of relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 73, 111-130. zitiert in EISNER (2007).
- KNOWLTON, K.F., B.P. GLENN und R.A. ERDMANN, 1989: Performance, Ruminal Fermentation, and Site of Starch Digestion in Early Lactation Cows Fed Corn Grain Harvested and Processed Differently, 1998. *J. Dairy Sci.* 81, 1972-1984.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2018: Futterwerttabelle Rinderfütterung, Fachbereich 71, Tierhaltung & Tierzuchtrecht, Ausgabe 2018.
- LAUER J. und J. COORS, 1997: Brown Midrib Corn. *Agronomy Advice*. March 1997; *Field Crops* 28.31-11. <http://corn.agronomy.wisc.edu>
- MATTHÉ, A., 2001: Nährstoffumsetzungen im Verdauungstrakt des Rindes nach Einsatz unterschiedlicher Mengen an Mais oder Weizenstärke Inaugural – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) des Fachbereichs Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen.
- PRIES, M., B. FELDMANN und B. LOSAND, 2019: Validierung der Gleichung zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Maisprodukten (GfE 2008). Jahrestagung Deutsches Maiskomitee (DMK), AS Futtermittelkonservierung und Fütterung, 27./28.3.2019, Haus Düsse, Tagungsband.
- OERLEMANS, K., 2013: Abbaubarkeit der Stärke in Maisprodukten – Möglichkeiten der analytischen Erfassung. Persönliche Überlassung einer Vortragspräsentation; [blgg agroXpertus](http://blgg.agroXpertus.com).
- SCHMIDT, T., 2003: Untersuchungen zum Einfluss methodischer und futterspezifischer Faktoren bei der Charakterisierung der Dynamik ruminaler Abbauprozesse von Protein- und Kohlenhydratfraktionen. Inaugural – Dissertation, eingereicht an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock.
- ZELLER, F., D. DOBBERSTEIN, M. BUNZEL und F.J. SCHWARZ, 2009: Kohlenhydratzusammensetzung von Maisrestpflanzen und deren Futterwert. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research*, Sonderheft 331 /Special Issue 331 (2009).
- ZENS, H.G., M. SCHWAB und G. STARK, 1997: Mit Pflück-Häcksel-Silage die Energiedichte steuern? *Zeitschrift „mais“*, 25. Jg. 1997, 128.

Maissilage ist bei uns schon lange die Hauptkomponente in der Ration

Erfahrungsbericht eines Landwirts aus dem Weinviertel

Alexander Lang^{1*}

Im Weinviertel ist aufgrund des niedrigen Gesamtniederschlags und langer Trockenperioden das Grünland nicht ertragsfähig, weshalb auf eine andere Futtergrundlage und Rationszusammensetzung in der Milchviehfütterung gesetzt wird.

Der Betrieb

Unser Familienbetrieb liegt im südlichen Weinviertel, ca. 15 km nördlich von Wien, in Pillichsdorf. Am Betrieb lebe ich als Betriebsleiter gemeinsam mit meiner Frau und unseren Kindern. Ebenso helfen meine Eltern fleißig mit.

Wir bewirtschaften ca. 52 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Auf 39 ha Ackerland werden Mais, Weizen, Gerste, Zuckerrübe, Luzerne und Grünschnittroggen kultiviert. Auf den neun ha Grünland wird Heu produziert. Zusätzlich haben wir noch vier ha Wein- und Obstbau. Die Milch wird zum Großteil direktvermarktet.

Herausforderung Trockenheit

Niederschlag ist in unserem Gebiet im Mangel. Der Jahresniederschlag von 500 mm ist nicht gleichmäßig verteilt, und so kann es im Sommer zu sehr langen Trockenperioden mit Trockenschäden kommen. Manche Kulturen werden bewässert, davon auch einige Maisflächen. Selbst Luzerne und Silomais litten 2018 trotz hoher Trockenheitstoleranz auf vielen Feldstücken an dem fehlenden Niederschlag. Gras kann unter diesen Bedingungen nicht mehr wachsen.

Wir haben uns an die trockenen Bedingungen angepasst, doch in den letzten Jahren wurde es bei uns auch extremer. Es wird versucht, bei der ersten Ernte im Frühjahr

möglichst viel Masseertrag zu erhalten. Luzerne und Grünschnittroggen werden hier in einem Fahrsilo siliert. Da die folgenden Aufwüchse meist schwach in Menge und Qualität sind, werden diese am Feld getrocknet und zu Rundballen gepresst. Maissilage muss inzwischen schon in der ersten Augushälfte geerntet werden und selbst hier wären schon einige Bestände druschreif. Beim Silieren wird trockenes Material mit feuchterem Material gemischt, um die Silier- und Futterqualität zu erhalten. Bei zu geringer Futtermenge aufgrund von Trockenheit kann Maissilage aus der Umgebung zugekauft werden.

Rinderhaltung

Die Milchkühe, die Kälber und das Jungvieh werden in Tiefstreuensystemen auf Stroh direkt am Betrieb gehalten, der Stall mit den Maststieren ist außerhalb der Ortschaft.

Die Futtervorlage erfolgt mit einem Mischwagen, der mit einem Teleskoplader befüllt wird. Das Futter wird am Betrieb in Fahrsilos oder Rundballen gelagert.

Direktvermarktung

Die Milch unserer 35 Milchkühe wird zu 2/3 in Form von Schulmilch direktvermarktet. Seit 1999 beliefern wir rund 100 Schulen und Bauernläden im gesamten Weinviertel. Unser Sortiment ist bereits auf 18 Produkte angewachsen und umfasst, neben den Klassikern Milch, Kakao und Vanillemilch, auch Erdbeer-, Bananenmilch, Joghurts und Joghurt drinks, Bauerntopfen aber auch Apfel- und Traubensaft. Außerdem bieten wir 1l-Milch in der traditionellen Glasflasche an. Am Hof steht auch ein Verkaufsautomat für die verschiedenen Produkte.



¹ Milchwof Lang, Mühlgasse 3, A- 2211 Pillichsdorf

* Ansprechpartner: Alexander Lang, email: milch.lang@utanet.at

Öffentlichkeitsarbeit

Wir veranstalten seit nun mehr als 18 Jahren in den Monaten Mai und Juni „Schule am Bauernhof“. Für mehr als 900 Kinder und deren Lehrer können wir jährlich die Landwirtschaft und damit Erlebnisse direkt aus der Region präsentieren.

Fachliche Weiterbildung

Wir sind Mitglied im Arbeitskreis Milchproduktion Weinviertel. Unsere Arbeitskreis-Betriebe sind über ein großes Gebiet verstreut mit doch speziellen Voraussetzungen. Demnach wird bei Grundfutteruntersuchungsaktionen mehr über Maissilagen diskutiert und auch die Eiweißergänzung hat dementsprechend einen anderen Stellenwert. Durch unsere Besonderheit sind wir eine Herausforderung und gleichzeitig eine Bereicherung für unsere Fachreferenten der Landwirtschaftskammer.

Die Ration

Der überwiegende Anteil an Grund- und Kraftfutter für unsere Rinder wird auf den eigenen Flächen produziert. Lediglich Biertreber, pelletiertes Fertigfutter für den Melkroboter und Mineralfutter werden zugekauft.

Die Ration setzt sich wie folgt zusammen:

- 30 kg Maissilage
- 5 kg Biertreibersilage
- 3 kg Luzernesilage
- 2,5 kg Luzerneheu
- 1,5 kg gequetschter Weizen
- Mineralstoffe, Kalk, Puffer
- 1-1,5 kg pelletiertes Fertigfutter werden je Melkung über den Melkroboter ergänzt.

Der Melkroboter

2015 wurde der Melkroboter Mlone von GEA installiert. Wir hätten nicht geglaubt, dass die Tiere sich so rasch umstellen. Da dieser neben dem Melkstand aufgestellt wurde, planten wir eine Umstellungszeit, doch das war nicht notwendig. Als Grundvoraussetzungen für ein gut funktionierendes automatisches Melksystem sehe ich eine gute Sicht der Tiere auf das Gerät und schmackhaftes Kraftfutter, das unbedingt pelletiert sein muss.



Verdaulichkeit der Silomais-Restpflanze – Einfluss auf Futteraufnahme und Leistung von Rindern

Digestibility of maize stover – Effect on feed intake and performance of cattle

Georg Terler^{1*} und Leonhard Gruber¹

Zusammenfassung

Der Energiegehalt und damit der Futterwert von Silomais wird wesentlich vom Stärkegehalt des Kolbens und der Verdaulichkeit der Restpflanze bestimmt. In den letzten Jahrzehnten wurde in der züchterischen Arbeit vermehrt Augenmerk auf die Erhöhung der Restpflanzenverdaulichkeit, genauer gesagt auf die Erhöhung der Pansenabbaubarkeit der Neutral-Detergenzien-Faser (NDF), gelegt. Daraus haben sich neue Sortentypen entwickelt, die in mehreren Untersuchungen eine deutlich höhere NDF-Abbaubarkeit bzw. -Verdaulichkeit als konventionelle Sorten aufwiesen. Die Zucht auf hohe Restpflanzenverdaulichkeit führte jedoch zum Teil zu Rückgängen im Ertrag oder im Stärkegehalt dieser Sorten. Weiters wurden auch Sorten gezüchtet, welche durch eine verlangsamte Abreife der Restpflanze charakterisiert sind. Mehrere Versuche zeigten, dass sich diese Sorten im Futterwert der Maissilage nicht von konventionellen Sorten unterscheiden. Der Vorteil dieser Sorten liegt darin, dass der Futterwert über einen längeren Zeitraum während der Ernteperiode auf einem hohen Niveau bleibt.

In mehreren wissenschaftlichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass eine hohe NDF-Abbaubarkeit der Maissilage positive Auswirkungen auf die Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen hat. Der Grund dafür ist, dass eine hohe NDF-Abbaubarkeit zu einer hohen Abbaurate bzw. Passagerate des Futters im Pansen führt und somit die Pansenfüllung rasch wieder abnimmt. Eine rasche Abnahme der Pansenfüllung ist die Voraussetzung dafür, dass Rinder wieder frisches Futter aufnehmen können. Zur Erreichung einer hohen Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen sollte daher auf eine hohe Pansenabbaubarkeit der Maissilage geachtet werden. Daher empfiehlt sich der Einsatz von Sorten mit hoher Restpflanzenverdaulichkeit. Weiters wird jedoch die Pansenabbaubarkeit der Maissilage auch durch die Wahl des Erntezeitpunkts und die Witterung während der Ernteperiode beeinflusst.

Schlagwörter: Nährstoffzusammensetzung, Pansenabbaubarkeit, Gesamtverdaulichkeit, Futteraufnahme, Milchleistung

Summary

The energy content and the nutritive value of forage maize is mainly influenced by the starch content of the ear and the digestibility of the stover. In recent decades, maize breeding focused on increasing stover digestibility by increasing ruminal degradability of neutral detergent fibre (NDF). This led to the introduction of new maize varieties, which had higher NDF degradability and digestibility compared to conventional varieties in various experiments. However, breeding for higher stover digestibility resulted in lower yield and starch content of these varieties. A further development in maize breeding was the introduction of maize varieties with slower senescence of stover. Results of several studies showed that these varieties do not differ from conventional varieties regarding nutritive value of maize silage. The advantage of these varieties is that nutritive value remains at a high level for a longer period during ripening of the maize plant.

Feed intake and milk production of cows were positively correlated with ruminal NDF degradability of maize silage in several experiments. This positive relationship can be explained by the regulation of feed intake. A high ruminal NDF degradability leads to a high degradation rate or passage rate of feed in the rumen and therefore to a quick decline in rumen fill. A quick decline in rumen fill is a prerequisite for the ingestion of fresh feed. Thus, varieties with high stover digestibility should be used to produce maize silage with high ruminal degradability and to reach a high feed intake and milk production of cows. However, ruminal degradability of maize silage is also influenced by the choice of the harvest date or the weather conditions during the harvesting period.

Keywords: nutrient composition, ruminal degradability, whole tract digestibility, feed intake, milk production

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

1. Einleitung

Silomais stellt vor allem in Gunstlagen eine wichtige Komponente in Rationen von Rindern dar. Deshalb ist bei der Produktion von Maissilage ein hoher Futterwert anzustreben, da dieser einen wesentlichen Einfluss auf die Futteraufnahme und Leistung der Tiere hat. Der Futterwert von Maissilage kann vor allem über den Kolbenanteil (Stärkegehalt) und die Verdaulichkeit der Restpflanze beeinflusst werden. Ein hoher Stärkegehalt wirkt sich günstig auf den Gehalt an metabolischer Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL) der Maissilage aus, da Stärke leicht verdaulich ist und somit von den Tieren nahezu zur Gänze verwertet werden kann.

Der Gehalt an Bruttoenergie (Energie, die beim Verbrennen frei wird) ist jedoch in Kolben und Restpflanze ähnlich hoch. Der niedrigere ME- bzw. NEL-Gehalt der Restpflanze ergibt sich aus der geringeren Verdaulichkeit im Vergleich zum Kolben, welche auf den hohen Fasergehalt zurückzuführen ist. Die Erhöhung der Restpflanzenverdaulichkeit kann somit ebenso zu einem zunehmenden ME- bzw. NEL-Gehalt der Maissilage führen wie der Anstieg des Kolbenanteils. In den letzten Jahrzehnten wurden daher vermehrt Sorten mit erhöhter Restpflanzenverdaulichkeit (z.B. Stay Green- oder Brown midrib-Sorten) gezüchtet und auf den Markt gebracht. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über wissenschaftliche Versuche der letzten 25 Jahre, in welchen der Futterwert solcher Sorten mit jenem von konventionellen Sorten verglichen wurde. Weiters wird beschrieben, wie sich der Einsatz von Sorten mit erhöhter

Restpflanzenverdaulichkeit auf die Futteraufnahme und Leistung von Rindern auswirkt.

2. Futterwert von Maissorten mit speziellen Restpflanzeigenschaften

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurden in den letzten Jahrzehnten, mit dem Ziel der Erhöhung der Restpflanzenverdaulichkeit, neue Mais-Sortentypen gezüchtet. In diesem Kapitel werden diese Sortentypen hinsichtlich ihres Futterwerts charakterisiert und mit konventionellen Sorten verglichen.

2.1 Brown-Midrib-3-Sorten

Brown-midrib stellt eine Mutation im Genom von Mais-Sorten dar, welche entweder spontan ausgelöst oder im Labor chemisch induziert wird (SATTLER et al. 2010). Die wesentlichste Eigenschaft von Brown midrib-3 (bm3)-Sorten ist der, im Vergleich zu konventionellen Sorten, deutlich niedrigere Lignin (ADL)-Gehalt (Tabelle 1). Im Gehalt an Neutral-Detergenzien-Faser (NDF) und Säure-Detergenzien-Faser (ADF) unterscheiden sich dagegen bm3-Sorten kaum von konventionellen Sorten. Der niedrigere ADL-Gehalt hat jedoch einen wesentlichen Einfluss auf die NDF-Abbaubarkeit der Maissilage. In mehreren Studien wurde die NDF-Abbaubarkeit von bm3-Sorten und konventionellen Sorten bei einer Inkubationsdauer von 24 bis 30 Stunden untersucht. Dabei wurde bei bm3-Sorten eine um rund 5 bis 15 %-Punkte höhere NDF-Abbaubarkeit als

Tabelle 1: Unterschiede zwischen Brown-Midrib-3-Sorten (bm3) und konventionellen Sorten (konv.) hinsichtlich Gehalt an Gerüstsubstanzen, Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit der Maissilage

Studie	Sortentyp	Gehalt an Gerüstsubstanzen			Pansenabbaubarkeit		Gesamtverdaulichkeit		Anmerkung
		NDF	ADF	ADL	TM	NDF	OM	NDF	
		g/kg TM			%		%		
OBA und ALLEN (1999)	bm3	402	205	17		47,2	63,2	33,1	<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 h Inkubation; <i>in vivo</i> -Verdaulichkeit (Kühe)
	konv.	403	211	25		38,1	62,6	30,9	
BAL et al. (2000a)	bm3	381	230	16					
	konv.	416	240	25					
BAL et al. (2000b)	bm3	381	230		60,2	32,6			<i>In situ</i> -Pansenabbaubarkeit (Kühe) nach 24 h Inkubation
	konv.	416	240		56,1	22,0			
BALLARD et al. (2001)	bm3	417	253	20	74,8	45,7			<i>In vitro</i> -Pansenabbaubarkeit nach 30 h Inkubation
	konv.	419	259	29	68,9	30,2			
AKINS und SHAVER (2014)	bm3	428				54,9			<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 h Inkubation
	konv.	422				41,9			
FERRARETTO und SHAVER (2015)	bm3	430	246	20		58,1			<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 oder 48 h Inkubation
	konv.	428	249	29		46,7			
LIM et al. (2015)	bm3	406	260	22		62,8			<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 h Inkubation
	konv.	403	247	31		52,2			
HASSANAT et al. (2017)	bm3	344	201	21	64,0	23,8			Effektive <i>in situ</i> -TM-Abbaubarkeit (Passagerate: 5 %/h, Kühe); <i>in situ</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 24 h Inkubation (Kühe)
	konv.	343	201	27	60,8	18,1			

bei konventionellen Sorten festgestellt (OBA und ALLEN 1999, BAL et al. 2000b, BALLARD et al. 2001, AKINS und SHAVER 2014, FERRARETTO und SHAVER 2015, LIM et al. 2015, HASSANAT et al. 2017). Die höhere NDF-Abbaubarkeit hatte zur Folge, dass auch die TM-Abbaubarkeit der bm3-Sorten um rund 4 bis 6 %-Punkte höher war (BAL et al. 2000b, BALLARD et al. 2001, HASSANAT et al. 2017). Im Versuch von OBA und ALLEN (1999) wiesen bm3-Sorten darüber hinaus auch eine 2,2 %-Punkte höhere NDF-Gesamtverdaulichkeit auf als konventionelle Sorten. Die Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM) unterschied sich jedoch nicht zwischen den Sortentypen.

Diesen Vorteilen im Hinblick auf den Futterwert stehen jedoch pflanzenbauliche Nachteile gegenüber. In den Versuchen von BALLARD et al. (2001) und KURTZ et al. (2004) wiesen bm3-Sorten deutlich niedrigere TM-Erträge auf als konventionelle Sorten. Weiters wird der geringere Lignin-Gehalt von bm3-Sorten auch mit geringerer Standfestigkeit und höherer Krankheitsanfälligkeit der Maispflanzen in Verbindung gebracht. Allerdings stellten SATTLER et al. (2010) in ihrer Übersichtsarbeit fest, dass es sehr unterschiedliche Versuchsergebnisse hinsichtlich der Lager- und Krankheitsanfälligkeit von bm3-Sorten gibt.

2.2 Stay Green-Sorten

Stay Green (SG)-Sorten sind durch eine langsamere Abreife der Maisblätter charakterisiert, wodurch die Restpflanze länger grün bleibt. Je nach Pflanzenart oder Sorte können jedoch unterschiedliche genetische Hintergründe für die langsamere Restpflanzenabreife verantwortlich sein (THOMAS und HOWARTH 2000). In wissenschaftlichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich SG-Sorten hinsichtlich ihrer Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit nicht wesentlich von konventionellen Sorten und Dry down (DD)-Sorten (Sorten mit rasch abreifender

Restpflanze) unterscheiden (ETTLE und SCHWARZ 2003, CONE et al. 2008, LOUČKA et al. 2015) (Tabelle 2). SG-Sorten unterscheiden sich also hinsichtlich des Futterwerts kaum von konventionellen Sorten.

In den oben genannten Versuchen wurden die Sorten bei ähnlichen TM-Gehalten der Gesamtpflanze und nicht am selben Datum geerntet. Laut dem DMK (2019) hat die verlangsamte Restpflanzenabreife von SG-Sorten zur Folge, dass die Restpflanzenverdaulichkeit mit fortschreitender Reife langsamer abnimmt als bei DD-Sorten. Das bedeutet, dass für die Ernte von SG-Sorten ein längeres, optimales Erntefenster zur Verfügung steht als bei DD-Sorten. Speziell in Jahren mit sehr trockenen (rasche Abreife der Restpflanze) oder sehr feuchten (erschwerter Erntebedingungen) Witterungsbedingungen im Erntezeitraum kann daher der Einsatz von SG-Sorten von Vorteil sein.

2.3 Sorten mit erhöhter NDF-Verdaulichkeit

In der Literatur finden sich auch einige Studien, in welchen Sorten, die auf hohe NDF-Verdaulichkeit gezüchtet wurden, mit konventionellen Sorten oder Sorten mit niedriger NDF-Verdaulichkeit verglichen wurden (Tabelle 3). Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, dass sich die Sorten hinsichtlich des ADF- und ADL-Gehalts kaum unterschieden. Der NDF-Gehalt der Sorten mit hoher NDF-Verdaulichkeit war jedoch zum Teil höher und zum Teil niedriger als bei den Vergleichssorten. Die hoch-verdaulichen Sorten wiesen eine um rund 4 bis 8 %-Punkte höhere NDF-Abbaubarkeit auf als die konventionellen Sorten bzw. die Sorten mit niedriger NDF-Verdaulichkeit (THOMAS et al. 2001, FERNANDEZ et al. 2004, IVAN et al. 2005, FERRARETTO und SHAVER 2015, DE BOEVER et al. 2017). Die höhere NDF-Abbaubarkeit wirkte sich auch positiv auf die TM- (THOMAS et al. 2001, FERNANDEZ et al. 2004) und OM-Abbaubarkeit (DE BOEVER et al. 2017) dieser Sorten aus.

Tabelle 2: Gehalt an Gerüstsubstanzen, Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit der Maissilage von Stay Green-Sorten (SG) im Vergleich zu konventionellen Sorten (konv.) bzw. Dry Down (DD)-Sorten

Studie	Sortentyp	Gehalt an Gerüstsubstanzen			Pansenabbaubarkeit		Gesamtverdaulichkeit		Anmerkung
		NDF	ADF	ADL	OM	NDF	OM	NDF	
		g/kg TM			%		%		
ETTLE und SCHWARZ (2003)	SG	217 (XF)					77,3	66,1 (XF)	Statt NDF-Gehalt und -Verdaulichkeit wurde Rohfaser (XF)-Gehalt und -Verdaulichkeit untersucht; <i>in vivo</i> -Verdaulichkeit (Hammeln)
	DD	195 (XF)					79,0	68,3 (XF)	
CONE et al. (2008)	SG	402	211	19		52,7	76,0	Mittelwert von 2 Sorten und 3 Erntezeitpunkten; <i>in vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 48 h Inkubation; Gehalt an Gerüstsubstanzen und OM-Verdaulichkeit mit NIRS bestimmt	
	DD	425	227	20		53,9	75,5		
LOUČKA et al. (2015)	SG	451			69,0	53,2		Untersuchung von frischen Maisproben; <i>in situ</i> -Pansenabbaubarkeit nach 24 h Inkubation	
	konv.	434			68,0	51,8			

NDF, Neutral-Detergenzien-Faser; ADF, Säure-Detergenzien-Faser; ADL, Säure-Detergenzien-Lignin; TM, Trockenmasse; OM, Organische Masse; NIRS, Nah-Infrarot-Spektroskopie

Tabelle 3: Gehalt an Gerüstsubstanzen, Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit der Maissilage von Sorten mit hoher NDF-Verdaulichkeit (H NDF-VK) im Vergleich zu konventionellen Sorten (konv.) bzw. Sorten mit niedriger NDF-Verdaulichkeit (N NDF-VK)

Studie	Sortentyp	Gehalt an Gerüstsubstanzen			Pansenabbaubarkeit		Gesamtverdaulichkeit	Anmerkung	
		NDF	ADF	ADL	TM	NDF	OM		
		----- g/kg TM -----			----- % -----		%		
THOMAS et al. (2001)	H NDF-VK	424	231	32	80,4	54,7		<i>In vitro</i> -Pansenabbaubarkeit nach 30 h Inkubation	
	konv.	429	235	32	76,9	47,6			
FERNANDEZ et al. (2004)	H NDF-VK	405	216		60,6	38,3		Mittelwert von zwei Ernte-techniken; effektive <i>in situ</i> -Pansenabbaubarkeit (Passagerate: 3,5 %/h, Kühe)	
	konv.	431	237		54,0	30,9			
IVAN et al. (2005)	H NDF-VK	528	318	38		54,8 (30 h)		<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 und 48 h Inkubation	
	N NDF-VK	492	313	40		66,7 (48 h)			
						50,7 (30 h)			
						58,2 (48 h)			
FERRARETTO und SHAVER (2015)	H NDF-VK	447	252	30		50,9		<i>In vitro</i> -NDF-Abbaubarkeit nach 30 oder 48 h Inkubation	
	konv.	428	249	29		46,7			
DE BOEVER et al. (2017)	H NDF-VK	372	205	20	59,7 (OM)	44,0	75,0	Effektive OM- und NDF-Pansenabbaubarkeit (Passagerate: 8 %/h für lösliche Fraktion und 6 %/h für potentiell abbaubare Fraktion, Kühe); <i>in vitro</i> -Verdaulichkeit	
	N NDF-VK	395	217	26	52,9 (OM)	39,7	73,5		

NDF, Neutral-Detergenzien-Faser; ADF, Säure-Detergenzien-Faser; ADL, Säure-Detergenzien-Lignin; TM, Trockenmasse; OM, Organische Masse

Die Sorten mit höherer NDF-Verdaulichkeit wiesen jedoch einen niedrigeren Kolben- und Kornanteil (THOMAS et al. 2001) sowie Stärkegehalt auf (IVAN et al. 2005, FERRARETTO und SHAVER 2015). Das bedeutet, dass die höhere NDF-Verdaulichkeit mit einem geringeren Gehalt an leicht verdaulichen Nährstoffen einhergeht und somit ein eher geringer Effekt auf die OM-Verdaulichkeit zu erwarten ist. Die OM-Verdaulichkeit der hoch-verdaulichen Sorten war in der Untersuchung von DE BOEVER et al. (2017) nur um 1,5 %-Punkte höher als bei den Sorten mit niedriger NDF-Verdaulichkeit, obwohl die NDF-Abbaubarkeit um 4,3 % höher war. IVAN et al. (2005) kamen zudem zum Schluss, dass auch Witterungsbedingungen einen Einfluss auf die NDF-Verdaulichkeit dieser Sorten haben können und somit der positive Effekt der höheren NDF-Verdaulichkeit in verschiedenen Jahren unterschiedlich stark ausgeprägt sein kann.

3. Weitere Einflussfaktoren der Restpflanzenverdaulichkeit

Neben der Sorte haben auch weitere Faktoren, wie zum Beispiel der Erntezeitpunkt und das Erntejahr, einen Einfluss auf die Pansenabbaubarkeit und Gesamtverdaulichkeit der Restpflanze. In mehreren Studien wurde festgestellt, dass die Trockenmasse (TM)-Abbaubarkeit der Restpflanze mit fortschreitender Reife deutlich abnimmt (BAL et al. 2000b, AKBAR et al. 2002, LYNCH et al. 2012). Im Versuch von TERLER et al. (2019a) zeigte sich ein signifikanter Rückgang der effektiven OM-Abbaubarkeit bei einer Zunahme des TM-Gehalts der Maissilage von 36,6 auf 41,2 %. Die Abnahme der effektiven OM-Abbaubarkeit der Restpflanze war jedoch nur zum Teil auf einen Rückgang der effektiven

NDF-Abbaubarkeit zurückzuführen. BAL et al. (2000b) stellten sogar fest, dass die NDF-Abbaubarkeit der Restpflanze nicht vom Erntezeitpunkt beeinflusst wird. Das deutet darauf hin, dass der Rückgang der TM- bzw. OM-Abbaubarkeit der Restpflanze nicht nur durch eine geringere NDF-Abbaubarkeit sondern auch durch eine geringere Abbaubarkeit der weiteren Nährstoffe bedingt ist.

Im Versuch von TERLER et al. (2019a) wurde zudem ein signifikanter Einfluss des Jahres auf die OM- und NDF-Abbaubarkeit der Restpflanze festgestellt, obwohl die Witterung in den drei Erntejahren ähnlich war. Laut den Ergebnissen von JOHNSON et al. (2003) ist jedoch in warmen und trockenen Jahren mit einer verringerten TM- und NDF-Abbaubarkeit der Maissilage zu rechnen. Weiters können auch niedrige Temperaturen und im speziellen Frühfröste zu einer verringerten OM-Gesamtverdaulichkeit der Maissilage führen (DACCORD et al. 1995). Die Restpflanzenabbaubarkeit und -verdaulichkeit wird daher auch maßgeblich von der Witterung im jeweiligen Erntejahr beeinflusst.

In mehreren wissenschaftlichen Studien wurde eine Korrelation zwischen dem NDF-Gehalt und der TM- und NDF-Abbaubarkeit bzw. -Verdaulichkeit der Maissilage festgestellt. Mit zunehmendem NDF-Gehalt nahm die NDF-Gesamtverdaulichkeit (FERRET et al. 1997, TERLER et al. 2019b) und die NDF-Abbaubarkeit zu (BAL et al. 2000b, ALI et al. 2012). Das deutet darauf hin, dass ein höherer NDF-Gehalt auf einen höheren Gehalt an potentiell abbaubaren Faser-Fraktionen zurückzuführen ist. Weitere Studien zeigten jedoch, dass sich ein steigender NDF-Gehalt negativ auf die TM-Abbaubarkeit und OM-Verdaulichkeit der Restpflanze (ZELLER et al. 2014) und Gesamtpflanze (HERTER et al. 1996, BAL et al. 2000b, JOHNSON

et al. 2003) auswirkt. Die potentielle Abbaubarkeit und die Gesamtverdaulichkeit der Restpflanze wird darüber hinaus auch vom ADL-Gehalt negativ beeinflusst (VERBIČ et al. 1995, ZELLER et al. 2014). Der Grund dafür liegt darin, dass Lignin mit anderen Zellwandbestandteilen Komplexe bildet. Allerdings hat auch die Zusammensetzung des Lignins einen Einfluss darauf, wie hoch der Anteil der potentiell abbaubaren Zellwandbestandteile ist (GRABBER 2005).

4. Einfluss der Restpflanzenverdaulichkeit auf Futteraufnahme und Leistung von Rindern

4.1 Futteraufnahme und Leistung bei Verfütterung von Maissorten mit speziellen Restpflanzeigenschaften

In mehreren wissenschaftlichen Studien wurde festgestellt, dass die Futteraufnahme und die Energie-korrigierte Milch (ECM)-Leistung von Kühen bei Verfütterung von bm3-Sorten höher ist als bei der Vorlage von konventionellen Sorten (OBA und ALLEN 1999, BALLARD et al. 2001, FERRARETTO und SHAVER 2015, HASSANAT et al. 2017). Die höhere Futteraufnahme und ECM-Leistung wurde auf den rascheren ruminalen Abbau der NDF (OBA und ALLEN 1999) bzw. auf die höhere NDF-Verdaulichkeit von bm3-Sorten zurückgeführt (FERRARETTO und SHAVER 2015). Die Effizienz der Milchproduktion (kg produzierte ECM/kg Futteraufnahme) unterschied sich allerdings nicht zwischen bm3- und konventionellen Sorten (FERRARETTO und SHAVER 2015, LIM et al. 2015, HASSANAT et al. 2017). Ein Grund dafür könnte in der geringeren Stärkeverdaulichkeit von bm3-Sorten liegen, welche durch die höhere Futteraufnahme und die daraus resultierende höhere Passagerate bedingt war (FERRARETTO und SHAVER 2015).

Zum Einfluss von Stay Green-Sorten auf Futteraufnahme und ECM-Leistung von Milchkühen liegen bis dato kaum Untersuchungen vor. ETTLE und SCHWARZ (2003) stellten in ihrem Versuch zwischen SG- und DD-Sorten keine Unterschiede hinsichtlich der TM- und Stärfaufnahme sowie der ECM-Leistung fest. Die Rohfaseraufnahme war jedoch bei der Verfütterung von SG-Sorten signifikant höher als bei der Vorlage von DD-Sorten (ETTLE und SCHWARZ 2003). Die Verfütterung von Sorten mit erhöhter NDF-Verdaulichkeit bewirkte im Vergleich zu konventionellen Sorten einen Anstieg der Futteraufnahme (FERNANDEZ et al. 2004, IVAN et al. 2005, FERRARETTO und SHAVER 2015) und der ECM-Leistung (IVAN et al. 2005, DE BOEVER et al. 2017). Ähnlich wie bei den bm3-Sorten konnte jedoch die Effizienz der Milchproduktion durch die Verfütterung von Sorten mit erhöhter NDF-Verdaulichkeit nicht gesteigert werden (IVAN et al. 2005, FERRARETTO und SHAVER 2015).

In weiteren Versuchen wurden keine Unterschiede hinsichtlich Futteraufnahme und ECM-Leistung zwischen Restpflanzen- und Korn Typen (KUEHN et al. 1999), zwischen Blatt- und konventionellen Typen (NENNICH et al. 2003) sowie zwischen Maissorten unterschiedlicher Reifezahl (TERLER et al. 2019b) festgestellt. In diesen Versuchen

wurden die verschiedenen Maissorten jeweils in einem ähnlichen Reifestadium (TM-Gehalt des Kolbens bzw. der Gesamtpflanze) geerntet. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, dass sich konventionelle Sorten hinsichtlich Futteraufnahme und ECM-Leistung kaum unterscheiden. Vorteile hinsichtlich Futteraufnahme und ECM-Leistung bringt vor allem der Einsatz von Sorten mit erhöhter Restpflanzenverdaulichkeit.

Für das Erreichen einer hohen Futteraufnahme und Milchleistung spielen neben der Sortenwahl auch weitere Managementfaktoren, wie z.B. optimaler Erntezeitpunkt oder optimale Häcksellänge der Maissilage, eine wichtige Rolle. KHAN et al. (2015) kamen in ihrer Übersichtsarbeit zum Schluss, dass die höchste Futteraufnahme und Milchleistung bei 30 bis 35 % TM-Gehalt der Maissilage erreicht wird. Bei niedrigeren TM-Gehalten ist mit einem deutlichen und bei höheren TM-Gehalten mit einem leichten Rückgang von Futteraufnahme und Milchleistung zu rechnen.

4.2 Beziehungen zwischen Verdaulichkeit der Maissilage und Futteraufnahme sowie Leistung von Milchkühen

In den Untersuchungen von IVAN et al. (2005) und TERLER et al. (2019b) wurden Korrelationen zwischen der Verdaulichkeit der Maissilage und der Futteraufnahme bzw. Milchleistung berechnet. IVAN et al. (2005) stellten fest, dass die TM-Aufnahme und die Fett-korrigierte Milchleistung um 0,29 bzw. 0,63 kg/Tag zunahm, wenn die ruminale NDF-Abbaubarkeit (nach 30 h Inkubation) um 1 % anstieg. Im Versuch von TERLER et al. (2019b) nahmen die Maissilage-Aufnahme (in kg TM) um 0,35 kg/Tag und die ECM-Leistung um 0,67 kg/Tag zu, wenn sich die effektive OM-Abbaubarkeit im Pansen um 1 % erhöhte. Zudem wurde in der Untersuchung von TERLER et al. (2016) ein positiver Zusammenhang zwischen der NDF-Abbaurrate der Restpflanze im Pansen und der Futteraufnahme bzw. ECM-Leistung festgestellt (*Abbildung 1*).

Der Grund für die höhere Futteraufnahme bei Verfütterung von Maissilagen mit hoher Pansenabbaubarkeit ist in der Regulation der Futteraufnahme zu finden. Die Pansenfüllung spielt in der Regulation der Futteraufnahme eine wichtige Rolle. Ist die maximale Pansenfüllung erreicht, wird die Futteraufnahme eingestellt. Je höher die Abbaurrate bzw. Passagerate des Futters im Pansen ist, umso rascher nimmt die Pansenfüllung wieder ab. Durch die abnehmende Pansenfüllung wird die Futteraufnahme wieder angeregt (GRUBER et al. 2001, FERNANDEZ et al. 2004). Speziell hochleistende Kühe profitieren von einer höheren Pansenabbaubarkeit der Maissilage. Da sie für die Erbringung ihrer Leistung mehr Futter fressen müssen, hat die Pansenfüllung einen stärkeren Einfluss auf die Futteraufnahme als bei Kühen mit niedriger Leistung (OBA und ALLEN 1999).

Die Gesamtverdaulichkeit der OM und der NDF der Maissilage stand dagegen im Versuch von TERLER et al. (2019b) in keinem Zusammenhang mit der Futteraufnahme und ECM-Leistung der Milchkühe. Laut OBA und ALLEN (1999) ist das darauf zurückzuführen, dass eine höhere NDF-Abbaubarkeit auch zu einer höheren Passagerate und zu einer kürzeren Verweildauer des Futters im Pansen führt. Bei der Untersuchung der Pansenabbaubarkeit wird zudem

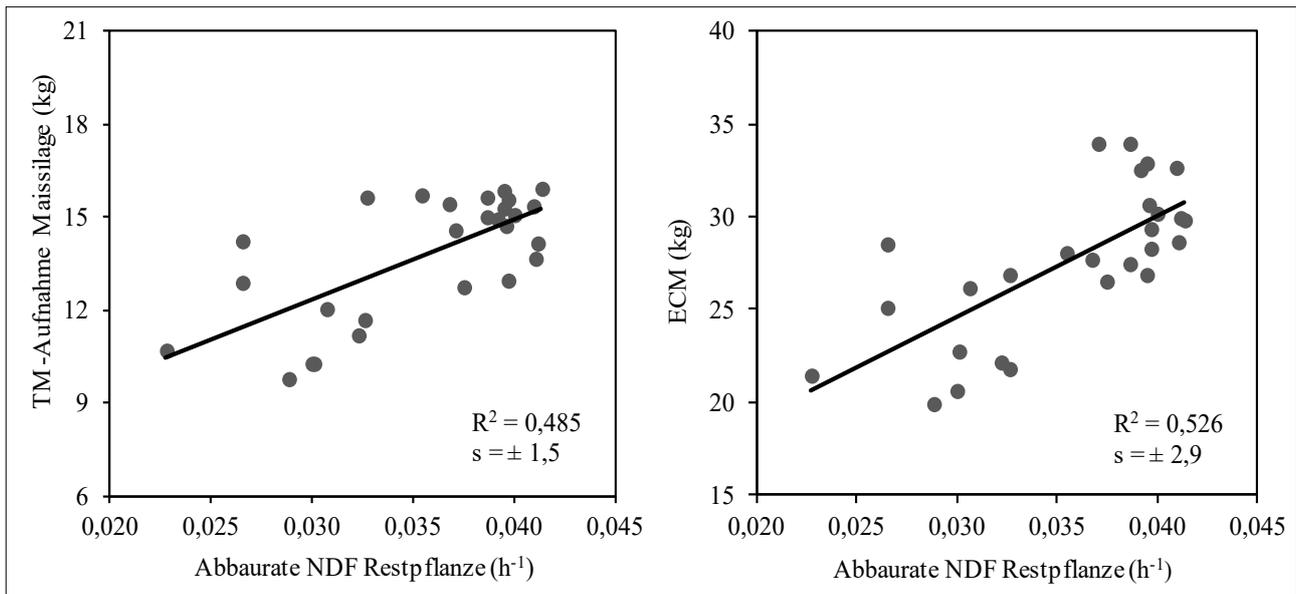


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der NDF-Abbaurrate der Restpflanze im Pansen und der Maissilage-Aufnahme bzw. Energie-korrigierten Milchleistung von Kühen (TERLER et al. 2016)

meist eine bestimmte Inkubationsdauer oder eine bestimmte Passagerate herangezogen. Tatsächlich kann sich jedoch die Passagerate bzw. die Verweildauer des Futters im Pansen zwischen verschiedenen Maissilagen unterscheiden, was schließlich Auswirkungen auf die Gesamtverdaulichkeit haben kann. Sorten, die eine hohe NDF-Abbaubarkeit aufweisen, haben deswegen nicht automatisch eine hohe Gesamtverdaulichkeit, wenn die hohe NDF-Abbaubarkeit mit einer kurzen Verweildauer des Futters im Pansen in Zusammenhang steht (OBA und ALLEN 1999).

5. Schlussfolgerung

Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass zwischen Silomais-Sorten zum Teil deutliche Unterschiede hinsichtlich der Restpflanzenverdaulichkeit bestehen. Sorten, die speziell auf hohe Restpflanzenverdaulichkeit gezüchtet wurden, weisen eine deutlich höhere NDF-Abbaubarkeit und -Verdaulichkeit auf als konventionelle Sorten. Eine hohe Pansenabbaubarkeit der Maissilage wirkt sich auch positiv auf die Futteraufnahme und Milchleistung von Kühen aus. Verantwortlich dafür ist die hohe Abbau- bzw. Passagerate des Futters im Pansen bei Verfütterung von Maissilagen mit hoher Pansenabbaubarkeit. Dadurch wird eine rasche Abnahme der Pansenfüllung bewirkt, wodurch eine hohe Futteraufnahme ermöglicht wird. Der Anstieg der Passagerate limitiert jedoch die tatsächliche Abbaubarkeit des Futters im Pansen und somit auch die Gesamtverdaulichkeit des Futters. Deshalb hat die Verfütterung von Sorten mit hoher Restpflanzenverdaulichkeit keine Auswirkung auf die Effizienz der Milchproduktion (kg Milchleistung/kg Futteraufnahme).

6. Literatur

AKBAR, M.A., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2002: Measurement of yield and *in situ* dry matter degradability of maize varieties

harvested at two stages of maturity in sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 100, 53-70.

AKINS, M.S. und R.D. SHAVER, 2014: Influence of corn silage hybrid type on lactation performance by Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 97, 7811-7820.

ALI, M., M.R. WEISBJERG, J.W. CONE, G. VAN DUINKERKEN, M.C. BLOK, M. BRUINENBERG und W.H. HENDRIKS, 2012: Post-ruminal degradation of crude protein, neutral detergent fibre and starch of maize and grass silages in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 177, 172-179.

BAL, M.A., R.D. SHAVER, H. AL-JOBEILE, J.G. COORS und J.G. LAUER, 2000a: Corn silage hybrid effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 83, 2849-2858.

BAL, M.A., R.D. SHAVER, K.J. SHINNERS, J.G. COORS, J.G. LAUER, R.J. STRAUB und R.G. KOEGEL, 2000b: Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal *in situ* disappearance of whole-plant corn silage. Anim. Feed Sci. Technol. 86, 83-94.

BALLARD, C.S., E.D. THOMAS, D.S. TSANG, P. MANDEBVU, C.J. SNIFFEN, M.I. ENDRES und M.P. CARTER, 2001: Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, *in vitro* digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 84, 442-452.

CONE, J.W., A.H. VAN GELDER, H.A. VAN SCHOOTEN und J.A.M. GROTEN, 2008: Effects of forage maize type and maturity stage on *in vitro* rumen fermentation characteristics. NJAS-Wagen. J. Life Sci. 55, 139-154.

DACCORD R., Y. ARRIGO und R. VOGEL, 1995: Nährwert von Maissilage. Agrarforschung Schweiz 2, 397-400.

DE BOEVER, J.L., K. GOOSSENS, N. PEIREN, J. SWANCKAERT, B. AMPE, D. REHEUL, D.L. DE BRABANDER, S. DE CAMPENEERE und L. VANDAELE, 2017: The effect of maize silage type on the performances and methane emission of dairy cattle. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 101, e246-e256.

DMK (Deutsches Maiskomitee e.V.), 2019: Sortentypen. <https://www.maiskomitee.de/Produktion/Sorten/Sortentypen>, besucht am 07.02.2019.

- ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2003: Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.* 52, 337-349.
- FERNANDEZ, I., C. MARTIN, M. CHAMPION und B. MICHALET-DOREAU, 2004: Effect of corn hybrid and chop length of whole-plant corn silage on digestion and intake by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 1298-1309.
- FERRARETTO, L.F. und R.D. SHAVER, 2015: Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 98, 2662-2675.
- FERRET, A., J. GASA, J. PLAIXATS, F. CASANÑAS, L. BOSCH und F. NUEZ, 1997: Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, *in vitro* digestibility or rumen degradation characteristics. *Anim. Sci.* 64, 493-501.
- GRABBER, J.H., 2005: How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. *Crop. Sci.* 45, 820-831.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, J. HÄUSLER, A. SCHAUER, R. STEINWENDER, W. WENZL und B. STEINER, 2001: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen auf Basis der Fütterungsversuche der BAL Gumpenstein. 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, Irdring, 11-36.
- HASSANAT, F., R. GERVAIS und C. BENCHAAAR, 2017: Methane production, ruminal fermentation characteristics, nutrient digestibility, nitrogen excretion, and milk production of dairy cows fed conventional or brown midrib corn silage. *J. Dairy Sci.* 100, 2625-2636.
- HERTER, U., A. ARNOLD, F. SCHUBIGER und M. MENZI, 1996: Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agarrforschung* 3, 535-538.
- IVAN, S.K., R.J. GRANT, D. WEAKLEY und J. BECK, 2005: Comparison of a corn silage hybrid with high cell-wall content and digestibility with a hybrid of lower cell-wall content on performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 88, 244-254.
- JOHNSON, L.M., J.H. HARRISON, D. DAVIDSON, C. HUNT, W.C. MAHANNA und K. SHINNERS, 2003: Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, chop length, and mechanical processing on rate and extent of digestion. *J. Dairy Sci.* 86, 3271-3299.
- KUEHN, C.S., J.G. LINN, D.G. JOHNSON, H.G. JUNG und M.I. ENDRES, 1999: Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 82, 2746-2755.
- KURTZ, H., F. FLASSHOFF und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of brown midrib 3 mutation in silage corn on ruminal degradability, digestibility and performance of beef cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 13, 82.
- LIM, J.M., K.E. NESTOR, Jr. und L. KUNG, Jr., 2015: The effect of hybrid type and dietary proportions of corn silage on the lactation performance of high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1195-1203.
- LOUČKA, R., J. NEDĚLNÍK, J. LANG, V. JAMBOR, J. TRÍNÁCTÝ und Y. TYROLOVÁ, 2015: Evaluation of maize hybrids types harvested at the similar stage of maturity. *Plant Soil Environ.* 61, 560-565.
- LYNCH, J.P., P. O'KIELY und E.M. DOYLE, 2012: Yield, quality and ensilage characteristics of whole-crop maize and of the cob and stover components: harvest date and hybrid effects. *Grass Forage Sci.* 67, 472-487.
- NENNICH, T.D., J.G. LINN, D.G. JOHNSON, M.I. ENDRES und H.G. JUNG, 2003: Comparison of feeding corn silages from leafy or conventional corn hybrids to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 2932-2939.
- OBA, M. und M.S. ALLEN, 1999: Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82, 135-142.
- SATTLER, S.E., D.L. FUNNELL-HARRIS und J.F. PEDERSEN, 2010: Brown midrib mutations and their importance to the utilization of maize, sorghum, and pearl millet lignocellulosic tissues. *Plant Sci.* 178, 229-238.
- TERLER, G., L. GRUBER, A. SCHAUER, M. URDL und B. STEINER, 2016: Prüfung des Futterwerts aktueller Silomaissorten. Abschlussbericht zum Projekt „Silomais9“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 56 S.
- TERLER, G., L. GRUBER und W.F. KNAUS, 2019a: Nutritive value of ensiled maize stover from nine different varieties harvested at three different stages of maturity. *Grass Forage Sci.* 74, 53-64.
- TERLER, G., L. GRUBER und W. KNAUS, 2019b: Effects of ruminal degradability of ensiled whole crop maize varieties on feed intake and milk production of dairy cows. *Animal*, doi:10.1017/S1751731119000028.
- THOMAS, E.D., P. MANDEBVU, C.S. BALLARD, C.J. SNIFFEN, M.P. CARTER und J. BECK, 2001: Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, *in vitro* digestibility, and milk yield by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2217-2226.
- THOMAS, H. und C.J. HOWARTH, 2000: Five ways to stay green. *J. Exp. Bot.* 51, 329-337.
- VERBIČ, J., J. STEKAR und M. RESNIK-ČEPON, 1995: Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54, 133-148.
- ZELLER, F.M.E., B.L. EDMUNDS und F.J. SCHWARZ, 2014: Effect of genotype on chemical composition, ruminal degradability and *in vitro* fermentation characteristics of maize residual plants. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 98, 982-990.

Bericht

46. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2019

Herausgeber:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

Druck, Verlag und © 2019

ISBN-13: 978-3-902849-65-6

ISSN: 1818-7722