

48. Viehwirtschaftliche Fachtagung

Alternative Ansätze im Milchvieh-Management

Grundfutterqualität

Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Institut

Milchrasssekälber – Herausforderungen und Lösungen





48. Viehwirtschaftliche Fachtagung

Alternative Ansätze im Milchvieh-Management
Grundfutterqualität
Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Institut
Milchrasssekälber – Herausforderungen und Lösungen

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

Für den Inhalt verantwortlich: Die AutorInnen

Fotonachweis: Kappel (S. 21, 22), Gruber Michael (S. 69, 70), Lindner (S. 129-133)

Gestaltung: Andrea Stuhlpfarrer, Alexandra Eckhart

ISBN: 978-3-902849-84-7

Alle Rechte vorbehalten

Irdning-Donnersbachtal 2021

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Einfluss der Kraftfutter-Anfütterung und der Melkfrequenz zu Laktationsbeginn auf Leistung, Energiebilanz, Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen^{*)}..... | 5 |
| Andreas Steinwider, Hannes Rohrer, Rupert Pfister, Markus Gallnböck, Leopold Podstatzky und Johann Gasteiner | |
| Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit beim Milchrind..... | 9 |
| Anke Römer, Jana Harms, Ariane Boldt, Bernd Losand und Peter Sanftleben | |
| Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit..... | 21 |
| Gerhard Kappel | |
| Zuckerreiches Heu für Milchkühe: Heu und Kraftfutter in einem Trog..... | 25 |
| Fenja Klevenhusen, Maria-Theresia Kleefisch und Qendrim Zebeli | |
| Qualitätspotenziale bei Gras- und Maissilagen in Österreich – Erkenntnisse aus dem LK-Silageprojekt 2020..... | 33 |
| Reinhard Resch | |
| Optimierung der Silagequalität..... | 69 |
| Michael Gruber | |
| Kot-Beurteilung von Rindern – Was kann ich aus dem Kot herauslesen?..... | 71 |
| Stefanie Gappmaier, Georg Terler, Anton Schauer und Leonhard Gruber | |
| Methanemissionen von österreichischen Milchkühen: Wie groß ist der Einfluss von Genotyp und Kraftfutterniveau?..... | 81 |
| Georg Terler, Ramona Hotschnig, Christian Fasching, Daniel Eingang, Gregor Huber, Stefanie Gappmaier und Werner Zollitsch | |
| Rindfleisch-Marmorierung: Gibt es einen Zusammenhang mit Merkmalen der Schlachtleistung und Fleischqualität?..... | 93 |
| Margit Velik und Eva Beyerl | |
| Mit der „Standortgerechten Landwirtschaft“ besser (be-) wirtschaften!..... | 107 |
| Thomas Guggenberger, Georg Terler, Christian Fritz, Markus Herndl und Elfriede Ofner-Schröck | |
| Die Wege der österreichischen Kälber..... | 129 |
| Stefan Lindner | |
| Ohne gesamtheitliche Verantwortung für Kuh und Kalb kein Tierwohl!..... | 135 |
| Barbara Fiala-Köck | |

| | |
|--|------------|
| Untersuchungen zur Futteraufnahme und zum Energieaufwand von Aufzucht- rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein von der Geburt bis 220 kg Lebend- masse..... | 145 |
| Leonhard Gruber, Thomas Ettle, Frieder J. Schwarz, Andreas Susenbeth, Martin Royer, Martin Pries, Bernd Fischer, Thomas Jilg, Christian Koch, Georg Terler, Ulrich Meyer, Harald M. Hammon, Hans-Jürgen Kunz und Thomas Guggenberger | |
| Heimische Kälbermast im Fokus – Ergebnisse eines Praxisversuches aus Salzburg..... | 171 |
| Marlene Berger | |
| Kalb Rosé – eine Chance für die heimische Rinderwirtschaft..... | 181 |
| Josef Fradler | |
| Neues Forschungsprojekt: Mast von Kreuzungsrindern Milchrasse x Fleischrasse (Holstein x Angus) im Grünland..... | 183 |
| Margit Velik, Andreas Steinwidder und Johann Häusler | |
| Neue Impulse in der Kälber-Aufzucht..... | 185 |
| Christian Koch | |

Einfluss der Kraftfutter-Anfütterung und der Melkfrequenz zu Laktationsbeginn auf Leistung, Energiebilanz, Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen⁺⁾

Influence of concentrate allocation and milking frequency at the beginning of lactation on performance, energy balance, health and fertility of dairy cows

Andreas Steinwider^{1*}, Hannes Rohrer¹, Rupert Pfister¹, Markus Gallnböck¹, Leopold Podstatzky¹ und Johann Gasteiner²

⁺⁾ Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind zur Publikation in einem wissenschaftlichen Journal eingereicht. Aus Urheberrechtsgründen kann daher im vorliegenden Tagungsband nur die Zusammenfassung vorab abgedruckt werden. Sobald die wissenschaftliche Arbeit publiziert ist, wird darauf über die Homepage der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (z.B. Berichte zur Viehwirtschaftlichen Fachtagung 2021) hingewiesen, der Abschlussbericht veröffentlicht und es kann die wissenschaftliche Publikation über den Erstautor bezogen werden.

Zusammenfassung

Zu Beginn der Laktation kann ein deutlicher Energiemangel negative Auswirkungen auf die Leistung und Gesundheit von Milchkühen haben. Das Ziel der 3 × 2 faktoriellen Studie war es, die Auswirkungen von drei Kraftfutter-Anfütterungsstrategien (C) während der Transitphase (C-21; C+1; C+21) sowie von zwei Melkfrequenzen (M) während der ersten Laktationswoche (M1 einmal vs. M2 zweimal täglich melken) bei saisonal im Winter abkalbenden Bio-Milchkühen (40 HF- und 26 Fleckviehtiere, 16 Stück erstkalbend und 50 mehrkalbend) zu vergleichen. Allen Tieren wurde ein qualitativ hochwertiges Grundfutter bestehend aus Heu und Grassilage von vier Wochen vor dem erwarteten Abkalbetermin bis zum 98. Laktationstag (Lak.Tag) angeboten. In Gruppe C-21 begann die Kraftfutteranfütterung 21 Tage (-21 Tage) vor dem erwarteten Abkalbetermin und wurde bis zur Geburt von 1,8 kg TM (Lak.Tag -21 bis -15) auf 2,6 kg TM (Lak.Tag -14 bis 1) erhöht, während der ersten 14 Lak.Tage wurde die Kraftfutterzufuhr täglich um 0,26 kg TM pro Tier von 2,6 auf 5,7 kg TM erhöht und ab 15. Lak.Tag hing die Kraftfuterergänzung von der tatsächlichen Milchleistung der jeweiligen Kuh ab. In der Gruppe C+1 wurde vor der Geburt kein Kraftfutter gefüttert, ab dem Laktationstag 1 wurde die gleiche Kraftfuterzuteilung wie in Gruppe C-21 ab Laktationsbeginn vorgenommen und in Gruppe C+21 begann die Kraftfuterergänzung erst mit dem 21. Lak.Tag. Innerhalb dieser drei C-Gruppen wurde die Hälfte der Kühe während der ersten Laktationswoche entweder einmal (M1) oder zweimal (M2) gemolken, ab dem 8. Lak.Tag wurden alle Kühe zweimal täglich gemolken.

Vor dem Abkalben waren die Futter- und Nettoenergieaufnahme (NEL) sowie die Nettoenergiebilanz (EB) in C-21 signifikant höher als in den Gruppen C+1 und C+21. Während der ersten sieben Laktationswochen zeigten die C+21-Gruppen (P<0,001) die signifikant niedrigsten NEL-Aufnahmen, hinsichtlich der energie-

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Trautenfels 15, A-8951 Stainach-Pürgg

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Priv.-Doz. Dr. Andreas Steinwider, email: andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

korrigierten Milchleistungen (ECM) ergab sich eine Tendenz ($P=0,067$) für eine Wechselwirkung zwischen C und M. In C-21 und C+1 erzielten die Kühe in M1 signifikant niedrigere ECM-Leistungen als in den jeweiligen M2 Gruppen (C-21: 22,5 und 25,0 kg/Tag; C+1: 20,3 und 26,1 kg/Tag in M1 und M2), in C+21 unterschieden sich die ECM-Leistungen nur numerisch zwischen M1 (22,1 kg/Tag) und M2 (23,9 kg/Tag). Für die Kühe in M1 ergaben sich in allen C-Gruppen höhere Milchproteingehalte und höhere somatische Zellzahlen, es wurden keine signifikanten C \times M-Wechselwirkungen gefunden. Die M1 Tiere wiesen über die ersten 7 Laktationswochen eine höhere EB auf, innerhalb der C-Gruppen waren die Unterschiede zwischen M1 und M2 in C-21 (C-21M1 +4,8 und -4,2 MJ NEL/Tag) und C+1 (C+1M1 +7,8 und -4,7 MJ NEL/Tag) signifikant, in den C+21 Gruppen wurden numerische Unterschiede festgestellt (C+21M1 -2,1 und C+21M2 -8,1 MJ NEL/Tag). Die M1-Kühe benötigen weniger tierärztliche Behandlungen, wurden signifikant früher besamt, aber der Erstbesamungserfolg, die Günstzeit und der Besamungsindex variierten nicht signifikant zwischen den Gruppen.

Schlagwörter: Milchkuh, Kraftfutter, Melkfrequenz, Energieversorgung, biologische Landwirtschaft

Summary

At the start of lactation, a severe energy deficiency can have negative impacts on dairy cows' performance and health. The objective of this 3×2 factorial study was to compare the effects of three concentrate (C) build-up strategies during transition period (C-21; C+1; C+21) and two milking frequencies (M) during 1st week of lactation (once vs. twice-daily milking; M1 vs. M2) on feed intake, milk yield, energy supply, body weight, body condition score, metabolic status, health, and fertility parameters of 66 organically managed dairy cows (40 Holstein Frisian and 26 Simmental cattle, 50 multiparous and 16 primiparous) during seasonal winter-calving period. All animals were offered a high-quality forage basal diet comprising hay and grass silage from four weeks before expected calving date until 98th days in milk (DIM). In group C-21 the concentrate supplementation started 21 days (-21 days) before expected calving date and was increased (DIM -21 to -15) from 1.8 kg dry matter (DM) to 2.6 kg DM (DIM -14 to 1) until parturition; during the first 14 DIM concentrate supplementation was daily increased by 0.26 kg DM cattle⁻¹ from 2.6 to 5.7 kg DM and from 15 DIM onwards concentrate supply depended on actual milk yield of the individual cow. In group C+1 no concentrate was fed pre-partum, and from lactation day 1 onwards the same concentrate building up strategy and allocation was made as described for group C21. In group C+21 the concentrate supplementation did not start until 21 DIM and from this point on the same concentrate build-up-strategy was implemented as described for group C+1, but with each phase delayed by 21 days. Within these three C groups, half of the cows were either milked once (M1) or twice (M2) during 1st week of lactation, and from 8 DIM onwards all cows were milked twice a day.

Pre-calving feed and net energy intake (NEL) as well as net energy balance (EB) was significantly higher in C-21 compared to groups C+1 and C+21. During the first seven weeks of lactation C+21 groups ($P<0.001$) showed the significant lowest NEL intake, and for energy-corrected-milk (ECM) yield a tendency ($P=0,067$) for an interaction between C and M was found. In C-21 and C+1, cows in M1 had significantly lower ECM yields compared to cows in groups M2 (C-21: 22.5 and 25.0 kg/d; C+1: 20.3 and 26.1 kg/d in M1 und M2, respectively); in C+21, ECM yield differed only numerically between M1 (22.1 kg/d) and M2 (23.9 kg/d). Cows in M1 showed in all C groups higher milk protein contents and higher somatic cell

counts compared to M2; no significant C × M interactions were found. Within all concentrate supplementation strategies, cows in M1 showed higher EB during lactation weeks 1 to 7, within C groups the differences between M1 and M2 were significant in C-21 (C-21M1 +4.8 and -4.2 MJ NEL/d) and C+1 (C+1M1 +7.8 and -4.7 MJ NEL/d), in C+21 groups only numerical differences were found (C+21M1 -2.1 and C+21M2 -8.1 MJ NEL/d). M1 cows require fewer veterinary treatments, were significantly earlier inseminated, but the first service conception rate and the total number of services per conception varied not significantly between groups.

Keywords: dairy cow, concentrate, milking frequency, energy supply, organic agriculture

Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit beim Milchrind

Voluntary prolonged waiting period in dairy cows

Anke Römer^{1*}, Jana Harms¹, Ariane Boldt¹, Bernd Losand¹ und Peter Sanftleben¹

Zusammenfassung

Eine Kuh soll jedes Jahr ein Kalb zur Welt bringen. Diese Empfehlung wurde vor Jahrzehnten gegeben und gilt weitestgehend heute noch. Mit steigenden Milchleistungen veränderten sich aber die Laktationskurven und Kühe geben oft am Ende der Laktation noch so viel Milch, dass antibiotisches Trockenstellen eine Tierschutzmaßnahme darstellt. Ziel dieses Berichtes war es, Kühe mit unterschiedlichen Laktationslängen auf Gesundheit, Milchleistung, Nutzungsdauer und Ökonomie auszuwerten. Für die Analysen wurden die Daten aus den Testherden der RinderAllianz GmbH aus den Jahren 2012-2020 herangezogen. Sie umfassen 58.868 Laktationen von Kühen aus MV. Es konnte festgestellt werden, dass sich mit einer längeren besamungsfreien Zeit nach der Kalbung bei Hochleistungskühen die Laktationskurve auf einem deutlich höheren Niveau halten lässt. Die damit verbundene längere Laktation bedeutet zugleich weniger unproduktive Tage je Kuh und Jahr, d.h. weniger trockenstehende Kühe und mehr Kühe in Milch im Jahresdurchschnitt. Damit sind andererseits auch weniger Abkalbungen im Leben einer Kuh und damit weniger kritische Phasen verbunden. Zudem erhöht sich die züchterisch umstrittene Persistenz der Laktation allein durch eine verzögerte Besamung. Modellierete Laktationskurven ergaben bei multiparen Kühen zwar eine um 1 kg verringerte natürliche Milchleistung je Laktationstag, aber sogar eine leicht erhöhte ECM-Leistung. Der leichte Abfall der natürlichen Milchmenge hebt sich durch weniger unproduktive Tage auf und ergibt je Jahr sogar eine höhere Leistung. In Zusammenhang mit geringeren Kosten für z.B. Behandlungen, Reproduktion, Jungtieraufzucht ergibt sich ein um 104 € höherer Deckungsbeitrag je Kuh und Jahr, wenn die Zwischenkalbezeit von den bislang angestrebten 400 Tagen auf 500 Tage erhöht wird.

Schlagwörter: Laktationslänge, Freiwillige Wartezeit, Persistenz, Fruchtbarkeit, Ökonomie

Summary

A cow should calve once per year. This recommendation is some decades old and partially up to date now. However, with increasing milk yield, the lactation curves changed and cows give sometimes more than 30 kg milk per day at the end of lactation. Therefore, an antibiotic dry off is in some cases necessary at a point of animal welfare. The aim of this study is a comparison of cows with different lactation lengths and their effects on milk yield, longevity, health and economy. Therefore, data from the Testherd project of RinderAllianz (the local breeding organisation) from 2012 to 2020 were used. At all 58,868 lactations from cows in Mecklenburg-Vorpommern were analysed. The data show, that persistency of lactation curve stays on a very high level when cows were inseminated much later

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion und Sachgebiet Betriebswirtschaft, Wilhelm-Stahl-Allee 2, D-18196 Dummerstorf

* Ansprechpartner: Priv.-Doz. Dr. Anke Römer, email: a.roemer@lfa.mvnet.de

after calving, especially for high yielding cows. That includes a longer lactation period and less unproductive days per cow and year - less dry cows and more cows in milk within one year. On the other side, there are less calvings per cow in her life and less critical periods. Additionally the persistency of lactation curve rises up without any breeding tool only by a later pregnancy. Modelled lactation curves showed 1 kg less natural milk per day of lactation for adult cows but the same energy corrected milk yield. Minor less natural milk yield and the less unproductive days not only cancel each other but leads in more milk per year. In combination with lower cost for veterinary treatments for example, and reproduction, rearing efforts we calculated a higher profit of 104 € per cow and year if calving interval prolonged from 400 to 500 days.

Keywords: length of lactation, voluntary waiting period, persistency, reproduction, economy

Einleitung

Die Milchleistung der Kühe in Deutschland hat sich in den zurückliegenden Jahren deutlich erhöht. Hohe tägliche Milchleistungen sind schon seit geraumer Zeit essenziell für das Fortbestehen von Milchviehbetrieben, da die Erlös- weit hinter den Kostensteigerungen zurückbleiben. Bei gutem Management sind diese hohen täglichen Leistungen auch im Einklang mit guter Gesundheit der Kühe und Langlebigkeit realisierbar. In der Praxis und in der Fachliteratur wird jedoch mit steigender Leistung über sinkende Fruchtbarkeitsergebnisse berichtet. Kühe werden nicht so schnell nach der Kalbung wieder tragend (BOLDT et al. 2015). Grundlage dieser Ergebnisse waren Progesteronanalysen aus Milchproben von 678 DH-Kühen. Sie ergaben, dass mit steigender 100-Tage-Leistung der Beginn des Zyklusgeschehens nach einer Kalbung verzögert eintritt. Im Untersuchungsbetrieb mit einer durchschnittlichen Herdenleistung von über 10.000 kg Milch je Kuh und Jahr lag dieser Beginn der Gelbkörper- (lutealen) Aktivität bei 34 % der Kühe erst nach dem 42. Tag p.p.. Das bedeutet, dass diese Kühe gar nicht so früh tragend werden können, da sie noch azyklisch sind. Hier wäre eine so frühe Besamung wenig zielführend. Grund sind hormonelle und physiologische Steuerungen, die zu Verzögerungen im Beginn der lutealen Aktivität führen (BREVES et al. 2020). „Schlechtere“ Fruchtbarkeitsergebnisse gemessen an der Zwischenkalbezeit oder dem Besamungsaufwand beziehen sich dabei aber häufig noch auf die Zielstellung, dass Kühe nach spätestens einem Jahr erneut kalben, also auf einen frühzeitigen Beginn der Besamung p.p. (Standard: ab 42. Laktationstag). Diese Festlegung für die freiwillige Wartezeit wurde mit Einführung der künstlichen Besamung notwendig. Anfang der 1970-er Jahre schrieb LIEBENBERG (1974): „Die Zwischenkalbezeit soll ungefähr ein Jahr betragen“. Dazu muss eine Kuh bei einer Trächtigkeitsdauer von 9 Monaten spätestens 3 Monate nach der Kalbung wieder tragend sein. 1974 gaben die Kühe aber nur etwa 3.500 kg Milch je Laktation, also weniger als halb so viel wie heute. Dieses Ziel konnte mit steigender Milchleistung oft nicht eingehalten werden und so wurden 400 Tage Zwischenkalbezeit als Obergrenze für eine gute Fruchtbarkeit auf Herdenebene festgelegt. Bis heute wird ein „gutes“ und ein „schlechtes“ Fruchtbarkeitsmanagement immer noch u.a. anhand dieser Kenngröße reglementiert. Aber wird die Fruchtbarkeit tatsächlich schlechter oder nur den biologischen Abläufen angepasst? Ist es von Nachteil, dass Kühe nach dem Kalben erst später wieder tragend werden? Aus ökonomischen Gesichtspunkten galt und gilt häufig bis heute, dass jeder Tag über 400 Tage ZKZ den Landwirt zwischen 2,50 € und 3,75 € kostet (z.B. LÜHRMANN 2013, WEBER 2019). Berechnet wurde das auf der Grundlage der durchschnittlichen täglichen Milchmenge der Herde und einer freiwilligen Wartezeit von 42 Tagen. Betrachtet man aber die Kosten nicht nur je Melktag der Herde, sondern z.B. je Lebenstag, dann kehrt

sich dieses Ergebnis um. Ziel dieses Themas ist es, genau diese revidierte Perspektive darzustellen.

In der vorliegenden Arbeit sollten differenzierte Zwischenkalbezeiten der Kühe in Bezug auf:

- die Milchleistung der aktuellen Laktation
- die Milchleistung der Folgelaktation
- die Persistenz der aktuellen Laktation
- die Gesundheit in der folgenden Frühaktation
- die Fruchtbarkeit in der aktuellen und Folgelaktation
- Unterschiede zwischen Jung- und Altkühen sowie
- die Ökonomie der Milchwirtschaft

analysiert werden.

Material und Methoden

In die Untersuchungen gingen die Daten der Testherden der RinderAllianz GmbH ein. Das sind 35 Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern. Einige Auswertungen beinhalten zusätzlich die 56 Testherden in Sachsen-Anhalt. Der Auswertungszeitraum erstreckte sich von 2012 bis 2020, wobei das Datum der letztverfügbaren Kalbung der Kühe auf bis 2018 eingegrenzt wurde, um zeitliche Ereignisse wie z.B. die Milchleistung und Gesundheit in der Folgelaktation mit auswerten zu können. In der Gesamtheit der Betriebe konnte nicht nach bewusst verlängerter Zwischenkalbezeit (ZKZ) und Kühen mit ungewollt langer ZKZ unterschieden werden. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS analysiert. Es kamen mehrfaktorielle Varianzanalysen zum Ansatz. Die Parameterauswahl in den statistischen Testverfahren erfolgte nach der stepwise backward Methode sowie nach der Größe des Bestimmtheitsmaßes. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde generell mit $p \leq 0,05$ unterstellt.

Ergebnisse und Diskussion

Einflussfaktoren auf die Zwischenkalbezeit

Die Zwischenkalbezeit (ZKZ) betrug im Durchschnitt der 58.868 Laktationen 404 Tage (*Tabelle 1*) und kommt somit dem in Lehrbüchern und teilweise von Beratungsorganisationen aktuell geforderten maximalen Wert von 400 Tagen relativ nahe. Trotz einer durchschnittlichen Milchmenge von 10.291 kg erreichten die meisten Betriebe dieses Ziel. Dass Kühe auch bei hohen Leistungen relativ früh tragend werden, zeugt von einer sehr guten Gesundheit und Kondition der Tiere durch eine ausgewogene Fütterung und ein optimales Gesundheitsmanagement.

Wie schnell eine Kuh nach der Kalbung wieder tragend wird, hängt nicht nur vom betrieblichen Management ab, sondern auch von der Jahreszeit (Saison) der Kalbung, dem Alter der Kuh (Laktationsklasse) und ihrer Milchleistung (als Quartile der 305-Tage-Leistung).

Tabelle 1: Deskriptive Statistik der Merkmale Zwischenkalbezeit (ZKZ), Verzögerungszeit (VZ), Rastzeit (RZ) und Besamungsaufwand (BA) von 58.868 Laktationen (RÖMER et al. 2021)

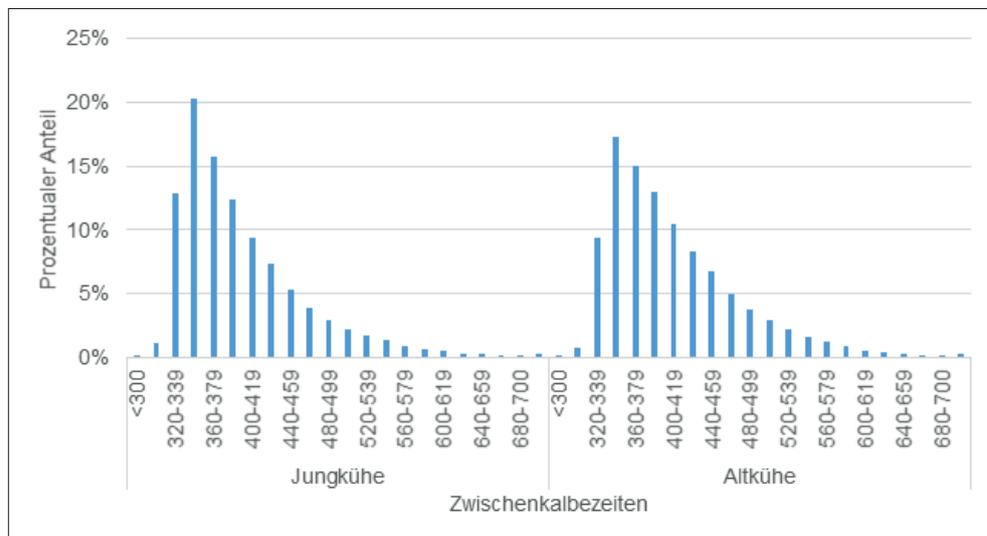
| Merkmal | \bar{x} | min | max | s |
|------------|-----------|-----|-----|-------|
| ZKZ (Tage) | 404 | 268 | 998 | 67,94 |
| VZ (Tage) | 46 | 0 | 635 | 59,93 |
| RZ (Tage) | 77 | 1 | 622 | 31,81 |
| BA | 2,32 | 1 | 17 | 1,56 |

Dabei hat die Milchleistung den größten Einfluss, gefolgt von der Laktationsnummer. Der Besamungsaufwand ist am geringsten, wenn die Kühe im Winter kalben.

Unterschiede zwischen Jung- und Altkühen

Ob Jungkühe aufgrund ihres Wachstums und ihrer Körpergröße und der noch geringeren Milchleistung andere Zwischenkalbezeiten aufweisen bzw. benötigen, sollte im Folgenden untersucht werden. Anteilmäßig weisen mehr Jungkühe Zwischenkalbezeiten von unter 400 Tagen auf als Altkühe (Abbildung 1). Sind es bei den Jungkühen 62,5 % aller Tiere, so erreichten Altkühe nur zu 55,4 % eine so geringe ZKZ. In anderen Fruchtbarkeitsparametern unterscheiden sich Jung- (1. Laktation) und Altkühe (ab 2. Laktation) nur geringfügig voneinander. Jungkühe haben durchschnittlich eine um 10 Tage kürzere ZKZ, um 2 Tage geringere Rastzeit (RZ) und um 7 Tage kürzere Verzögerungszeit (VZ) sowie einen geringeren Besamungsaufwand (-0,07). Die Milchleistung der Jungkühe betrug durchschnittlich 9.191 kg (305-Tage-Leistung) und die der Altkühe 11.130 kg.

Abbildung 1: Häufigkeitsverteilungen der ZKZ bei Jungkühen und Altkühen (RÖMER et al. 2021)



Um andere Einflussfaktoren auf die Zwischenkalbezeit im Vergleich zwischen Jung- und Altkühen auszuschließen, wurde ein Modell unter Einbeziehung des Betriebseffektes, der Kalbesaison, des Milchmengenquartils und des Besamungsaufwandes separat für Klassen nach Laktationsnummer (1 für Jungkühe, 2 für Altkühe) angewandt.

Mit steigender Milchmenge erhöhen sich sowohl die Zwischenkalbezeit als auch die Verzögerungszeit und der Besamungsaufwand. Hier ist anzumerken, dass die Betriebe mehrheitlich nicht generell den Besamungsbeginn an die Milchleistung angepasst haben. Es zeigt sich demnach, dass Kühe mit höherer Leistung dazu neigen, später tragend zu werden. Bei einheitlich kurzer freiwilliger Wartezeit (z.B. 42 oder 60 Tage) bedeutet dies eine längere Verzögerungszeit und einen höheren Besamungsaufwand. In Exaktversuchen, wie z.B. von NIOZAS et al. (2019), wurde deutlich, dass eine spätere Besamung von Kühen (bei hoher Herdendurchschnittsleistung, aber unabhängig von ihrem individuellen Leistungsniveau) zu geringeren Verzögerungszeiten und einem niedrigeren Besamungsaufwand führt.

Einfluss auf die Gesundheit in der Folgelaktation

Ein positiver Einfluss einer verlängerten Laktation auf die Gesundheit in der Folgelaktation konnte in diesen Untersuchungen nicht festgestellt werden. Sowohl Eutererkrankungen als auch Stoffwechselstörungen zu Beginn der Folgelaktation fielen bei Kühen mit einer langen Zwischenkalbezeit häufiger an. Als Ursache hierfür kommt in Betracht, dass die meisten Betriebe nicht bewusst die Zwischenkalbezeit ihrer Kühe verlängert haben. Lange Zwischenkalbezeiten resultieren demnach häufig auch aus gesundheitlichen Störungen

der betreffenden Laktation. Anhand dieser Daten ließ sich analysieren, dass Kühe mit einer langen (ggf. ungewollten) Zwischenkalbezeit je +30 Tage 0,04-mal häufiger an Stoffwechselstörungen in der Folgelaktation (Tag 0-30 p.p.) behandelt werden müssen. Der Vergleich der Zwischenkalbezeiten widerlegte auch bezogen auf alle Behandlungen je Kuh in den ersten 30 Tagen der Folgelaktation die aufgestellte Hypothese, dass die Behandlungszahlen der Kühe nach einer verlängerten Zwischenkalbezeit geringer ausfallen. Bei Betrachtung der deutlich abnehmenden Tierzahlen im Verlauf der Klassen lässt sich vermuten, dass es sich um keine geplante spätere Besamung handelte. Diese Theorie wird durch die Tatsache gestützt, dass das vorliegende Datenmaterial nicht auf einem geplanten Versuch beruhte, sondern aus dem gängigen Betrieb in der Praxis entnommen wurde. Durch einen gezielt angelegten Feldversuch könnte die Vorteilhaftigkeit einer bewusst späteren Besamung auf die Gesundheitsparameter von Milchkühen aufgezeigt werden.

Persistenz der Laktation

Die Persistenz der Milchleistung wird allgemein beschrieben als die Fähigkeit der Kuh, die Milchleistung nach dem Höchststand über den Verlauf der Laktation hinweg auf einer bestimmten Höhe zu halten. Über die gesamten MLP-Daten gesehen, hatten die Kühe ihren Milchleistungsspeak im Durchschnitt am 73. Tag p.p.. Daher wurden nur Erstdiagnosen bis zum 73. Laktationstag in die Auswertung einbezogen. Unterschieden wurde zwischen erkrankt und nicht erkrankt. Die Persistenz der Milchleistung wurde für die vorliegende Untersuchung definiert als Differenz der Milchleistung zwischen der 2. MLP und der 10. MLP. Die untersuchten Parameter sind in der *Abbildung 2* dargestellt.

Die Modelle beinhalteten die fixen Effekte Laktationsnummer, Kalbejahr und Betriebsnummer.

Eine sehr gute Persistenz bei Kühen zeichnete sich durch eine durchschnittliche Milchleistung zur 2. MLP von 33,3 kg und zur 10. MLP von 27,6 kg aus. Kühe mit einer schlechten Persistenz zeigten zur 2. MLP eine durchschnittliche Milchleistung von 47,2 kg, fielen jedoch zur 10. MLP auf 18,5 kg ab.

Kühe mit einer sehr guten Persistenz wiesen die signifikant höchste Wahrscheinlichkeit auf, bis zum 73. Tag p.p. an einer Nachgeburtshaltung, Metritis oder Endometritis zu

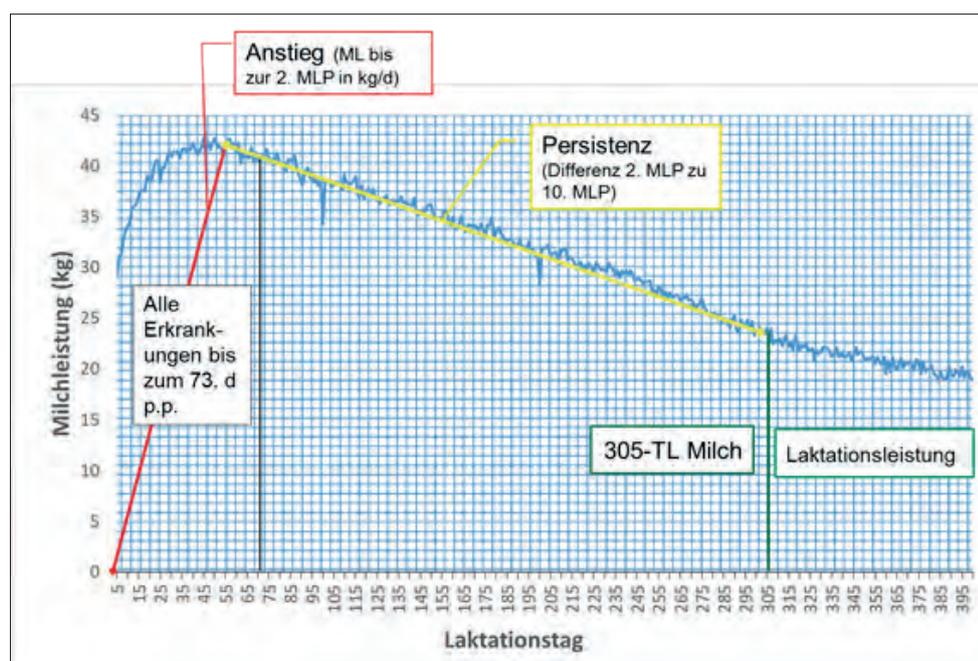


Abbildung 2: Darstellung der untersuchten Parameter

erkranken im Vergleich zu Kühen mit einer guten bzw. schlechten Persistenz. Gleiches gilt für eine Mastitis oder eine Stoffwechseldiagnose wie z.B. Milchfieber oder Ketose. Der elementarste Zusammenhang in dieser Auswertung ist der zwischen der Persistenz und der Milchleistung. Wird zunächst auf die 305-Tage-Leistung geschaut, dann zeigt sich, dass Kühe mit einer schlechten Persistenz, d.h. einem starken Abfall, die signifikant höchste 305-Tage-Leistung Milch aufweisen (*Tabelle 2*). Im Durchschnitt hatten Kühe mit einem starken Abfall eine um 338 kg höhere 305-Tage-Leistung als Kühe mit einer sehr guten Persistenz. Jedoch ist die 305-Tage-Leistung ein begrenzter Zeitraum für die Milchleistungsermittlung. Gerade Kühe mit einer sehr guten Persistenz werden mit dieser Kennzahl negativ dargestellt. Denn in Bezug auf die Laktationsleistung stellt sich ein anderes Bild dar. Hier verzeichneten Kühe mit einer sehr guten Persistenz im Durchschnitt eine signifikant höhere Milchleistung von 396 kg im Vergleich zu Kühen mit einem starken Abfall. Folglich haben Kühe mit einer sehr guten Persistenz den Milchleistungsrückstand zum Zeitpunkt des 305. Laktationstages zum Ende der Laktation wieder aufgeholt. Interessant für den Landwirt im speziellen ist jedoch, wieviel Milch jede einzelne Kuh täglich in den Milchtank bringt. Wird die Milchleistung je Laktationstag für die einzelnen Persistenzgruppen berechnet, so wiesen Kühe mit einem starken Abfall eine signifikant höhere Leistung je Laktationstag auf als Kühe mit einer sehr guten Persistenz (33,5 vs. 32,6 kg).

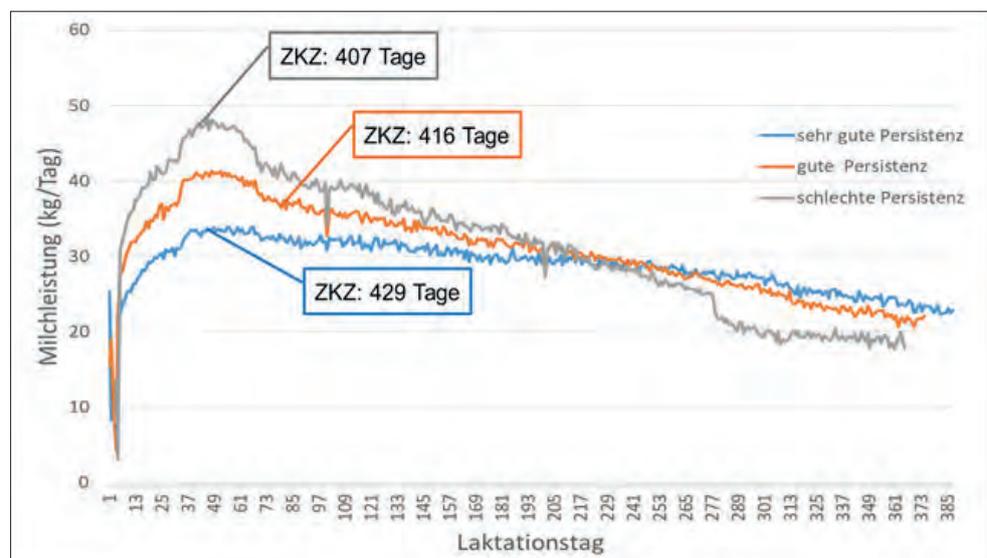
Tabelle 2: Einfluss des Anstieges und der Persistenz auf die 305-Tage-Leistung, Laktationsleistung und Leistung je Laktationstag (LSMEAN)

| | 305-Tage-Leistung (kg) | Laktationsleistung (kg) | Leistung je Laktationstag (kg) |
|--|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Sehr gute Persistenz (> 0 bis ≤ 10 kg) | 10.348 ^a | 11.865 ^a | 32,6 ^a |
| Gute Persistenz (> 10 bis ≤ 20 kg) | 10.442 ^b | 11.536 ^a | 32,7 ^a |
| Starker Abfall (> 20 kg) | 10.686 ^c | 11.469 ^b | 33,5 ^b |

In der *Abbildung 3* sind die Laktationskurven der verschiedenen Persistenzgruppen dargestellt und dazugehörig die durchschnittliche Zwischenkalbezeit (ZKZ). Es wird deutlich, dass die Kühe mit einer schlechten Persistenz mit 407 Tagen die durchschnittlich geringste ZKZ aufwiesen.

Im Kurvenverlauf dieser Kühe (graue Linie) wird der drastische Abfall ersichtlich und etwa ab dem 240. Laktationstag unterläuft die Kurve der Kühe mit einer schlechten Persistenz die Kurven der Kühe mit einer guten oder sehr guten Persistenz. Daher

Abbildung 3: Laktationskurven gruppiert nach Persistenz und die durchschnittliche Zwischenkalbezeit je Gruppe (LSMEAN)



wird es als sinnvoll erachtet, in weiterführenden Studien zu untersuchen, ob mit einer bewussten Verlängerung der Laktation dieser Kühe durch eine spätere Besamung eine Verbesserung der Persistenz und folglich eine höhere Laktationsleistung zu erreichen wäre. Hinzuzufügen ist, dass die durchschnittlich längere ZKZ der Kühe mit einer sehr guten Persistenz (429 Tage) wahrscheinlich auf der höheren Erkrankungsrate dieser Tiere bis zum 73. Tag p.p. beruht. Eine Sonderstellung in dieser Auswertung nehmen die Kühe der ersten Laktation ein. Ihre Laktationskurve zeigt einen deutlich geringeren bzw. flacheren Anstieg der Milchleistung. Dieses Niveau können Erstlaktierende jedoch lange über den Laktationsverlauf halten und zeigen zum Ende der Laktation (ca. ab dem 300. Laktationstag) sogar eine durchschnittlich höhere Milchleistung als multipare Kühe. Zudem wiesen Erstlaktierende mit einer guten Persistenz mit 57,5 % eine signifikant geringere Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung bis zum 73. Tag p.p. auf als Erstlaktierende mit einer schlechten Persistenz (62,3 %).

Untersucht werden sollte ferner, wie sich die Persistenz der Kühe mit einem starken Abfall von der 2. MLP zur 10. MLP entwickelt, wenn sie bewusst später besamt werden. Eine Sonderstellung in Bezug auf die Persistenz der Milchleistung nehmen die Erstlaktierenden ein.

Ökonomische Berechnungen

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Publikationen erschienen, die eine Verlängerung der Laktation sowohl aus Tierwohl, als auch aus ökonomischen Gründen befürworten. Dieses Thema soll aus wirtschaftlicher Sicht noch einmal aufgegriffen werden. An Hand von Modellrechnungen soll geklärt werden, wie groß der wirtschaftliche Vorteil sein kann, wenn gesunden Kühen mit hohen Leistungen eine längere freiwillige Wartezeit eingeräumt wird.

Für einen Verfahrensvergleich wird ein Modellbetrieb auf der Basis des Durchschnitts der Referenzbetriebsergebnisse Milch des Jahres 2019 (HARMS 2020) konstruiert. Der durchzuführende Vergleich wird sich auf einen Status quo mit der Zwischenkalbezeit von 403 Tagen vs. einer verlängerten Laktation, die eine Zwischenkalbezeit von 500 Tagen erreichen soll, beziehen. Die Trockenstehzeit ist standardisiert mit 56 Tagen festgelegt.

Der Vergleich findet auf der Grundlage der Planungsrechnung statt, wobei nur diejenigen Kennzahlen in die Deckungsbeitragsrechnung einfließen, die sich entsprechend der Fragestellung variabel verhalten. Dazu gehören Milch-, Schlachtkuh- und Kälbererlöse, Bestandsergänzung sowie Futter-, Strom-, Besamungs-, Tierarzt-, Kleinmaterial- (Eutertücher, Zitzengummi etc.) und Personalkosten.

Da managementbedingte Gesundheits- und Leistungseinflüsse ausgeschlossen werden sollten, wurden nur Datensätze von Kühen genutzt, für die in den auszuwertenden Laktationen bis zum 73. Laktationstag keine tierärztlichen Behandlungen zu verzeichnen waren.

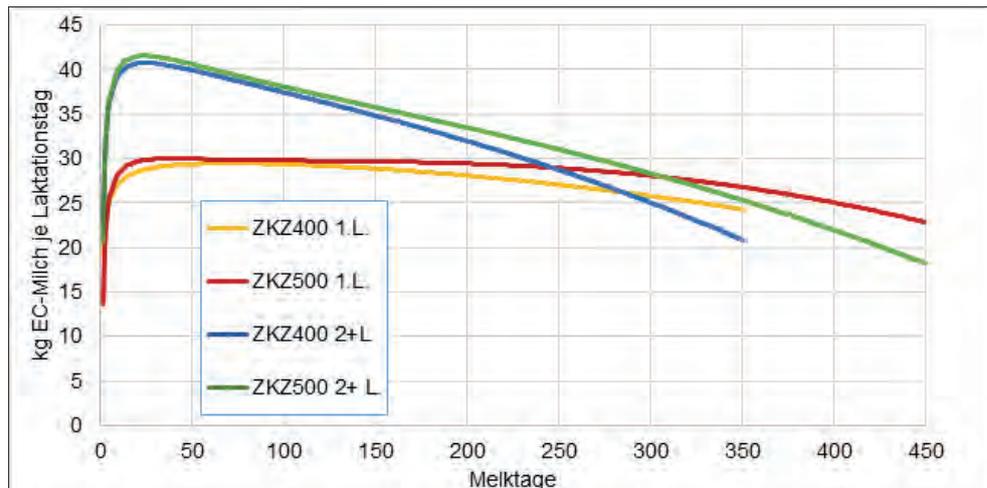
Zur Einteilung der Kühe in lange und kurze Zwischenkalbezeiten wurden alle Kühe/Laktationen bis maximal 344 Laktationstage (400 Tage ZKZ abzüglich 56 Tage Trockenstehzeit) in „ZKZ400“ und alle Kühe/Laktationen bis maximal 444 Laktationstage (500 Tage ZKZ abzüglich 56 Tage Trockenstehzeit) in „ZKZ500“ eingeteilt. Damit unterschieden sich die Klassen um genau 100 Tage ZKZ. Insgesamt konnten 31.838 Laktationen ausgewertet werden. Mit den so berechneten Regressionskoeffizienten nach ALI und SCHAEFFER (1987) kann für jede Gruppierung die Milchleistung je Laktationstag geschätzt werden. In *Abbildung 4* sind die daraus resultierenden Laktationskurven jeweils für Jung- und Altkühe und nach ZKZ400 bzw. ZKZ500 dargestellt. Hierbei handelt es sich um die tatsächliche Syntheseleistung der Kühe, die in Kilogramm energiekorrigierte Milch je Tag ausgewiesen wird. Auffällig ist die höhere Persistenz der Laktation bei Kühen mit einer langen ZKZ und hier insbesondere bei Jungkühen. Ihre Tagesmilchleistungen übersteigen am Ende der Laktation sogar die Werte der Altkühe. Insbesondere Jungkühen sollte also eine längere ZKZ durch eine längere freiwillige Wartezeit gewährt werden. Die jeweilige

Herdenleistung berechnet sich aus den anzusetzenden Leistungsanteilen der Kühe aus der 1. Laktation und der von Kühen ab der 2. Laktation.

Mit steigenden Zwischenkalbezeiten ist zu erwarten, dass der Anteil Erstlaktierender zurückgeht, denn die Stallplatzkapazität ist begrenzt. Aus diesem Grund muss eine Unterscheidung der Milchleistungen für Erstkalbs- und Mehrkalbskühe erfolgen.

Auf den Laktationstag berechnet, fallen Kühe mit längerer ZKZ mit 30,8 kg je Tag hinter den Tieren mit kürzerer ZKZ mit 31,5 kg zurück. Auf ein Kalenderjahr bezogen, weichen die Milchleistungen je Kuh des Bestandes nicht sonderlich voneinander ab. Kühe, deren Laktation 100 Tage länger ist, haben mit 10.117 kg einen kleinen Vorteil gegenüber den Tieren mit ZKZ400. Ursache ist der geringere Anteil unproduktiver Zeit, bezogen auf ein Kalenderjahr und auf die Kuh des Durchschnittsbestandes.

Abbildung 4: Ergebnisse der modellierten Laktationsverläufe für eine ZKZ von 400 Tagen vs. ZKZ 500 Tage (energiekorrigierte Milch)



Potentiale zur Verbesserung des Betriebseinkommens

Gesunde Kühe vorausgesetzt, sind bei einer längeren freiwilligen Wartezeit bessere Milchsyntheseleistungen und damit höhere **Milcherlöse** zu erwarten (Tabelle 3).

Die **Erlöse aus dem Kälberverkauf je Kuh und Jahr** werden bei längeren Abkalbeintervallen sinken. Bei durchschnittlichen Preisen für Bullenkälber von 111 € je Tier sinken die Einnahmen für die männlichen Kälber von 54,48 € auf 43,03 € je Kuh des Bestandes und Jahr. Die weiblichen Zuchtkälber werden in den Jungrinderbestand umgesetzt und mit 126 € je Kalb bewertet. Auch für diese Kälber sinken die Einnahmen für den Bereich Milchproduktion um mehr als 13 € je Kuh des Bestandes. Insgesamt muss bei einer um 100 Tage längeren Laktation mit rund 24 € geringeren Einnahmen für die aufgezogenen Kälber gerechnet werden.

Bei einer um 100 Tage verlängerten Laktation sinken die Abgänge auf Grund des Kalberisikos. Auch sollte es möglich sein, dass die restlichen Kühe, die dann letztendlich zur Schlachtung gehen, länger im Bestand bleiben. In der Regel werden sie wie bei der kürzeren Laktation erst abgemolken. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Kühe, die aus anderen Gründen (vorrangig Unfruchtbarkeit) aus dem Bestand scheiden, was unmittelbar zu einer deutlichen Verringerung der Reproduktionsrate (RR) von 34 % (400 Tage Laktation) auf 27 % (500 Tage Laktation) führt. Diese Ergebnisse, multipliziert mit dem durchschnittlichen Marktwert von 545 € je Schlachtkuh, ergeben einen Erlös von 174 € vs. 139 € je Kuh des Bestandes und Jahr. In der Summe aus Milcherlösen und Tierverkäufen einschließlich der betrieblichen Umsetzungen wirkt sich die Verlängerung der Laktation mit -15 € je Kuh des Bestandes und Jahr nur marginal negativ auf das wirtschaftliche Ergebnis aus.

Bei der Betrachtung der Aufwandsseite für die Milcherzeugung hat die Reduzierung der **Reproduktionsrate** das größte Einsparungspotential, denn das bedeutet, weniger

Jungrinder aufziehen zu müssen. Neben der Einsparung von Zukauffutter, können statt Silomais Marktfrüchte angebaut werden und Teile des nicht benötigten Grünlandes anderweitig (Biogas) verwendet werden. Die durch den geringeren Jungrinderbestand freigesetzten Arbeitskraftstunden müssen dann konsequenter Weise auch aus der Jung-rinderaufzucht rausgehen. Möglichkeiten des betrieblichen Einsatzes der frei werdenden Arbeitskräfte wären die Bereiche Klauenpflege und Besamung, wo bislang Dienstleister die Arbeiten verrichteten. Die konsequente Umsetzung dieser Maßnahmen kann zu einer Kosteneinsparung von 104 € je Kuh des Bestandes und Jahr führen.

Die **Behandlungshäufigkeit** in Folge einer Kalbung liegt im Mittel bei 1,80 je Kuh innerhalb der ersten 30 Laktationstage (ohne Prophylaxen). Verringert sich die Anzahl der Kalbungen in einem festgelegten Zeitraum, dann sinkt auch die Anzahl der Behandlungen, die erforderlich sind, um erkrankte Kühe nach der Kalbung zu behandeln. Die Höhe der Tierarzt- und Medikamentenkosten sind der BZA Milch entnommen, wobei die Aufwendungen pro Kuh und Jahr 97,61 € betragen. In der Regel begleitet der Herdenmanager den Tierarzt, bzw. müssen die Tiere in fast jedem Fall separiert werden. Das erfordert im Mittel der bislang durchgeführten Arbeitszeitstudien 31,35 Arbeitskraftminuten. Diese multipliziert mit den Personalkosten von 18,62 € je Arbeitskraftstunde und verrechnet mit der Anzahl Behandlungen der beiden ZKZ-Klassen ergeben Kosteneinsparungen in Höhe von 0,75 € je Kuh des Bestandes und Jahr. Insgesamt verringern sich die Kosten für die Behandlungen infolge einer Kalbung (30 Tage p.p.) um rund 8 € je Kuh des Bestandes und Jahr, wenn die Laktation um 100 Tage verlängert wird.

Weiterhin gilt es zu beachten, dass vor, während und nach einer **Kalbung Arbeitszeit** in nicht unerheblichem Maß in Anspruch genommen wird. Für Abkalbekontrollen, evtl. Hilfestellungen während der Kalbung und die folgende Versorgung von Kuh und Kalb werden lt. vorangegangenen eigenen Arbeitszeitstudien zwischen 34,59 bis 54,66 Arbeitskraftminuten je Kalbung benötigt. Wird der Mittelwert aus diesen Ergebnissen und einer Entlohnung von 18,62 € je Arbeitskraftstunde bewertet und über die ZKZ400 vs. 500 gerechnet, ergibt sich eine minimale Kosteneinsparung von knapp 3 € zugunsten der längeren ZKZ. Mit Verlängerung der Laktation der gesamten Herde erhöhen sich der Anteil melkender Kühe und damit die durchschnittliche Anzahl an Melkungen im Jahr. Für die **Verfahrenskosten Melken** fallen je Kuh des Durchschnittsbestandes knapp 10 € höhere Aufwendungen für die verlängerte Laktation an, da der Anteil melkender Kühe höher ist.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse zur ökonomischen Bewertung differenzierter Zwischenkalbezeiten (€/Kuh, Jahr)

| Kennzahlen | Beschreibung | ZKZ 400 | ZKZ 500 | Veränderung (€) je Kuh |
|--|---|---------|---------|------------------------|
| Erlöse | Milchleistung (kg ECM/Kuh, Jahr) | 9.002 | 10.117 | |
| | Milch (32,33 Ct/kg ECM) | 3.201 | 3.245 | +44 |
| | Kälber (111 €/Bullenkalb, 127 €/weibliches Kalb) | 114 | 90 | -24 |
| | Schlachtkühe (544,64 €/Schlachtkuh) | 174 | 139 | -35 |
| Besamungs-Kosten | geringere Anzahl Besamungen bezogen auf den Durchschnittsbestand | 66 | 53 | 13 |
| Kosten Reproduktion | durch Senkung der Reproduktionsrate werden weniger Jungtiere benötigt | 549 | 445 | 104 |
| Melkkosten | Anzahl Melktage erhöhen sich | 306 | 316 | -10 |
| Behandlungskosten nach Kalbung | Verringerung der Anzahl Behandlungen, da Erkrankungsrisiko infolge einer Kalbung verringert ist | 41 | 33 | 8 |
| Personalkosten Kalbung | weniger Kalbungen weniger Arbeitszeitaufwand | 15 | 12 | 3 |
| Futterkosten | | 1.218 | 1.217 | 1 |
| Veränderung des Deckungsbeitrages ZKZ500 vs. ZKZ400 | | | | 104 |

Auch beim Aufwand für die Besamung ist davon auszugehen, dass sich dieser verringert. Für den Modellbetrieb mit ZKZ400 wurden Aufwendungen von durchschnittlich 66 € je Kuh und Jahr ermittelt. Diese anteilmäßig auf ZKZ500 umgerechnet, ergeben 53 € je Kuh und Jahr.

Auf Grund der Verschiebung des Anteils melkender zu trockenstehenden Kühen könnte es möglich sein, dass sich der Aufwand zur **Fütterung** zwischen ZKZ400 und ZKZ500 unterscheidet. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Milchleistungen und Laktationstage, die sich bei differenzierten ZKZ ergeben, wurden die kalkulierten Futterrationen entsprechend angepasst.

Die Kalkulationen ergaben keine Differenzierungen in den Futterkosten. Auch beim Grundfutterverbrauch ergeben sich keine Veränderungen. Sowohl der Kuhbestand mit ZKZ400 als auch der mit ZKZ500 brauchen 194 bzw. 198 ha Grünland und 83 ha Silomais. Die um 1 € höheren Futterkosten der Kühe mit ZKZ400 fallen nicht ins Gewicht.

Werden Erlöse und Aufwendungen zusammen betrachtet, ist der Milchkuhbestand mit ZKZ500 mit einem um 104 € je Kuh höheren Deckungsbeitrag im Vorteil (*Tabelle 3*). Jedoch ist die Verbesserung nur dann möglich, wenn die Verringerung der RR bewusst umgesetzt wird und damit zum Abbau des Jungrinderbestandes führt. Selbst wenn aus betrieblichen Gründen die RR nicht verringert werden kann, ergibt sich ein Vorteil für eine längere freiwillige Wartezeit. Dieser ist nicht monetär nachzuweisen, sondern besteht in mehr Tierwohl.

Weitere Versuchsplanung

Deutschlandweit und insbesondere in MV gibt es nur sehr wenige Betriebe, die eine derart verlängerte Laktation bereits in der Praxis etablieren. Daher wurde für die weitere Themenbearbeitung ein Projekt im Rahmen der „Modell- und Demonstrationsvorhaben Tierschutz“ bei der BLE beantragt und positiv beschieden (<https://www.mud-tierschutz.de/mud-tierschutz/wissen-dialog-praxis/milchkuehe/verlak-verlaengerung-der-laktationsperiode/?L=0>). Federführend ist das Institut für Tierproduktion der LFA MV. Partner innerhalb dieses Projektes sind das Institut für Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere Schönow e.V. und die Frankenförder Forschungsgesellschaft mbH. Gemeinsam soll ein deutschlandweites Netzwerk an Modell- und Demonstrationsbetrieben aufgebaut werden, die sowohl fachlich als auch praktisch bei der Umsetzung von Strategien für verlängerte Laktationen begleitet werden. Diese Betriebe sollen nach erfolgreicher Umsetzung und Auswertung der Daten als Beispielbetriebe in der Praxis fungieren.

Literaturverzeichnis

ALI, T.E. und L.R. SCHAEFFER, 1987: Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 67, 637-64.

BOLDT, A., F. BECKER, G. MARTIN, G. NÜRNBERG, A. RÖMER und W. KANITZ, 2015: A phenotypical approach to the effects of production traits, parturition, puerperium and body condition on commencement of luteal activity in high yielding dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 157, 39-43.

BREVES, G., A. RÖMER, B. BONGARTZ, H.-W. WARDER, J.H. SCHNEIDER, J. HEISE, O.-W. MARQUARDT, R. REENTS, T. ENGELHARD und U. WESTRUP, 2020: Zukunftsfähige Konzepte für die Zucht und Haltung von Milchvieh im Sinne von Tierschutz, Ökologie und Ökonomie. *Züchtungskunde* 92, 57-75.

HARMS, J., 2020: Optimierung der Produktionsabläufe in der Milch- und Jungrinderproduktion durch Arbeitszeitanalysen und Einführung von Standardroutinen. <https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Agraroeconomie/?id=1144&processor=processor.sa.lfaforenbeitrag>

LIEBENBERG, O., 1974: Landwirtschaft in Bild und Zahl. Rinderproduktion. Neumann Verlag Radebeul.

LÜHRMANN, B., 2013: Jeder Tag ZKZ weniger bringt 2,50 €. Elite Web Magazin, veröffentlicht am 26.07.2013 <https://www.elite-magazin.de/jeder-tag-zkz-weniger-bringt-2-50-eur-9283551.html>

NIOZAS, G., G. TSOUSIS, I. STEINHÖFEL, C. BROZOS, A. RÖMER, S. WIEDEMANN, H. BOLLWEIN und M. KASKE, 2019: Extended lactation in high yielding dairy cows. I. Effects on reproductive measurements. J. Dairy Sci., 102, 799-810.

RÖMER, A., J. SEIDEL und A. KUNZE, 2021: Auswertungen zur optimalen Laktationsdauer bei differenzierten Milchmengen. veröffentlicht am 13.01.2021 <https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Tierproduktion/?id=1152&processor=processor.sa.lfaforenbeitrag>

WEBER, S., 2019: Den Produktionskennwerten auf der Spur. Das Blatt. Informationsdienst der LMS-Agrarberatung/LUFA Heft 1 (8), 8-12.

Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit

Gerhard Kappel^{1*}

Zusammenfassung

- Betriebsvorstellung
- Daten und Fakten
- Der Schwerpunkt in unserem Betrieb liegt in der kostengünstigen Milchproduktion und Rinderzucht.
- Für ein ausreichendes Einkommen ist aber auch eine gewisse Größe notwendig, deshalb haben wir eine Betriebserweiterung vorgenommen.
- An vielen Schrauben ein wenig zu drehen bringt manche Verbesserung dazu zählt auch die „Freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit.“

Einleitung

Unser Betrieb liegt im südburgenländischen Schmiedrait, in der Gemeinde Oberschützen, direkt an der Dreiländerecke Steiermark – Niederösterreich – Burgenland, auf 658 m Seehöhe und ist somit der höchstgelegene Milchviehbetrieb im Burgenland. In unserem Ort gab es ursprünglich 32 Milchlieferanten, seit März 2014 sind wir der einzige Milchviehbetrieb in Schmiedrait. Der Strukturwandel in der burgenländischen Milchwirtschaft war in den letzten Jahren stärker als in anderen Regionen Österreichs. Die durchschnittliche Milchlieferung/Betrieb liegt bereits bei knapp 300.000 kg.

Betrieb – Betriebsentwicklung

Um zu wissen wohin man will, muss man wissen woher man kommt!

Unser Betrieb wird als typischer Familienbetrieb bewirtschaftet. Es leben und arbeiten – soweit es möglich ist – 4 Generationen auf dem Hof.



¹ Schmiedrait 14, A-7432 Oberschützen

* Ansprechpartner: Gerhard Kappel, email: gerhard@kappel.or.at www.kappel.or.at

Der Betrieb umfasst 68 ha LN (davon 30 ha gepachtet) und 14 ha Wald.

Aufteilung der landwirtschaftlichen Kulturen:

- 8 ha Dauergrünland
- 30 ha Wechselgrünland
- 30 ha Silomais

Der Schwerpunkt liegt in der **wirtschaftlichen Milchproduktion** und der **Rinderzucht** (Holstein).

Ursprünglich hatten wir keine Landwirtschaft. Mein Großvater hat unser Haus 1931 gekauft und eine Schmiedewerkstätte errichtet. Er stieg mit einer Flächenausstattung von 1,7 ha und im Besitz einer trächtigen Kalbin in die Landwirtschaft ein.

1935 Neubau des Wirtschaftsgebäudes für 4 Rinder

1978 Einführung der Milchkontingentierung 13.000 kg Quote

2015 Ende der Milchquote 700.000 kg Quote

2020 Milchanlieferung 1.030.000 kg

Um das Ziel einer erfolgreichen Milchproduktion unter den geänderten Rahmenbedingungen zu erreichen, haben wir im Jahre 2012 in eine neue Milchviehanlage für 100 Milchkühe mit Nachzucht investiert.



2012 ist unser Sohn Jürgen in den Betrieb eingestiegen. Zuvor war er 5 Jahre als Adjunkt in einer Gutsverwaltung angestellt und für 1.400 ha biologische Landwirtschaft und einer kleinen Mutterkuhherde mit 50 Fleischrassekühen verantwortlich.

Seit 1984 züchten wir Holsteins. Unser Zuchtziel ist eine leistungsstarke, langlebige, großbrhmige Kuh (160 cm Kreuzhöhe) mit bestem Fundament, die sehr viel Grundfutter fressen kann.

Unsere Kuh Sense: 3. Lakt.
17400/4,32/2,86, 5 Mon.
70 lt. Tagesgemelk



Dazu einige Zahlen:

- Std. 97,2/11.412/4,17/
3,42 866 F+E kg
- 10.596 kg verkaufte
Milch/Kuh
- 31.107 kg Lebensleistung,
Ziel (35.000 kg)
- 44.142 kg Abgangsleistung
(50.000 kg)
- 457 Tage ZKZ
- 270 g KF/kg Milch

Nun einige Fakten für eine **freiwillig verlängerte Zwischenkalbezeit** aus meiner Sicht.

1. Milchleistung

Wenn wir heute über eine wirtschaftliche Milchproduktion mit einer verlängerten Zwischenkalbezeit reden, reden wir nicht von der sieben oder achttausend Liter Kuh.

2. Persistenz

Für uns ausschlaggebend war eine gute Persistenz. Wir hatten bei einigen Kühen Probleme mit dem Trockenstellen (32 kg - 39 kg Tagesgemelk).

3. Fruchtbarkeit

Die verlängerte Zwischenkalbezeit darf keine Ausrede für Fruchtbarkeitsprobleme in der Herde sein.

4. Öffentliche Diskussion Kälberexporte

Eine Verlängerung der Zwischenkalbezeit von 360 auf 430 Tage bringt um 20 % weniger Kälber.

5. Arbeitsaufwand und Wirtschaftlichkeitsfaktor

Letztendlich geht es auch um den Arbeitsaufwand und die Wirtschaftlichkeit. Eine Kuh verursacht den meisten Aufwand rund um die Geburt und bei der Besamung bis zur positiven Trächtigkeitskontrolle.

Wie setzen wir das in der Praxis um:

Unser Ziel ist, die Kühe mit 18 kg bis max. 25 kg Milch trocken zu stellen.

Daher haben wir zwei Kennzahlen für die erste Besamung.

1. Max. Tagesmilchmenge mal 2,5 (60 lt. Tagesgemelk x 2,5 = 150 Laktationstag);
2. Unter 40 kg Tagesmilchmenge;
3. „Kühe die abnehmen nehmen nicht auf!“
4. Natürlich haben auch wir Kühe, die es auf 600 Tage Zwischenkalbezeit bringen. Bei einer guten Persistenz muss das aber nicht unbedingt Probleme bereiten.

Zuckerreiches Heu für Milchkühe: Heu und Kraftfutter in einem Trog

Sugar-rich hay in dairy cows: Fibre and energy in one feed

Fenja Klevenhusen¹, Maria-Theresia Kleefisch² und Qendrim Zebeli^{2*}

Zusammenfassung

Milchkühe haben insbesondere in dem ersten Laktationsdrittel einen hohen Energiebedarf. Daher werden sie mit großen Mengen an stärke- bzw. energiereichem Kraftfutter gefüttert, was zu einer subakuten Pansenazidose führen kann. Das zuckerreiche Heu enthält ebenfalls fast gleich so viel Energie, jedoch in Form von wasserlöslichen Kohlenhydraten. Gleichzeitig weist dieses Heu einen geringeren Fasergehalt als herkömmliche Grobfutter auf – bei gleichzeitig höherem Proteinwert und höheren Mineralstoffgehalten. Aufgrund dieser Kombination könnte die Verfütterung dieses qualitativ hochwertigen Heus eine gesündere Alternative zur stärkereichen Kraftfutterfütterung darstellen. Allerdings besteht der Verdacht, dass das zuckerreiche Heu nicht über eine ausreichende Strukturwirksamkeit verfügt, damit die Kühe genügend wiederkauen, um die entstehenden Fermentationssäuren durch hinreichende Speichelbildung abzapfen zu können. Gleichzeitig kann eine alleinige Verfütterung des zuckerreichen Heus den Energiebedarf während des ersten Laktationsdrittels nicht ausreichend decken, da mit einer limitierten Aufnahme von voluminösem Raufutter gerade in der Früh-Laktation gerechnet werden muss. Beide dieser wichtigen Fragen werden im Rahmen dieses Übersichtsartikels beantwortet. Der Artikel liefert zudem Erkenntnisse und Faustzahlen zum Einsatz von zuckerreichem Heu bei Milchkühen, sowohl im Hinblick auf Milchleistung und Stoffwechselfgesundheit in der Früh-Laktation, als auch im Hinblick auf die Pansenfermentation und Futterbewertung.

Schlagwörter: zuckerreiches Heu, Energiebedarf, Milchkühe, Futterbewertung

Summary

Dairy cows have high requirement in energy during early and high lactation. This leads to increased levels of starchy concentrates and other low structural feedstuffs in their diets, increasing the risk of rumen acidosis. Sugar-rich hay is high in energy in form of water-soluble carbohydrates, but is lower in fiber and high in protein and minerals, as compared with commonly fed forages. Because of this combination of nutrients, the sugar-rich hay could be a good alternative for starchy concentrates in the feeding of dairy cows. However, it was not clear if the feeding of the sugar-rich hay provides enough stimuli for rumination and rumen buffering. In addition, because of the physical rumen fill, feeding cows with sugar-rich hay only might cause a large energy deficit in cows during early lactation. The aim of this review article is to summarize results of the two experiments we have conducted to evaluate the effects of feeding sugar-rich hay on both feed intake, performance and chewing activity, rumen fermentation and feed evaluation in dairy cows.

Keywords: sugar-rich hay, energy requirements, dairy cows, feed evaluation

¹ Bundesinstitut für Risikobewertung, Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette, Berlin, Deutschland

² Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

* Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. Qendrim Zebeli, email: qendrim.zebeli@vetmeduni.ac.at

1. Einleitung

Eine ausgewogene und wiederkäuergerechte Ernährung der Milchkuh ist die Grundvoraussetzung für einen hohen Gesundheitsstatus, das Wohlbefinden und eine hohe Lebensleistung. Um hohe Leistungen zu erzielen, werden Milchkühe im Allgemeinen mit großen Mengen an Kraftfutter oder anderen schnell verdaulichen, faserarmen Nebenprodukten gefüttert. Wenngleich diese Fütterungsstrategie sinnvoll ist, um den hohen Energiebedarf für die Milchproduktion zu decken, wird sie den verdauungsphysiologischen Vorgängen der Wiederkäuer nicht gerecht. Dies liegt daran, dass die Fütterung großer Mengen an rasch fermentierbaren Kohlenhydraten (z.B. Stärke) zu einem schnellen Anstieg der kurzkettigen Fettsäuren im Pansensaft und dadurch zu einem schnellen Absinken des Pansen-pH-Wertes führt. Eine gesündere Alternative zur stärkereichen Kraftfutterfütterung könnte ein qualitativ hochwertiges Heu sein, das reich an Energie in Form von wasserlöslichen Kohlenhydraten ist, dafür aber einen geringeren Fasergehalt als herkömmliches Heu aufweist. Es wird oft vermutet, dass das zuckerreiche Heu nicht über eine ausreichende Strukturwirksamkeit verfügt, um die entstehenden Fermentationssäuren im Pansen durch hinreichende Speichelbildung abzupuffern. Diese Vermutung wird noch dringlicher, wenn zusätzlich zu dem zuckerreichen Heu stärkehaltige Kraftfuttermittel gefüttert werden. Gleichzeitig muss überprüft werden, ob eine alleinige Verfütterung des zuckerreichen Heus den Energiebedarf während der Laktation ausreichend decken kann, da mit einer limitierten Aufnahme von voluminösem Raufutter gerade in der Früh-laktation gerechnet werden muss.

Ziel dieses Übersichtsartikels ist es, wichtige Erkenntnisse unserer Versuche zum Einsatz von zuckerreichem Heu bei Milchkühen zusammenzufassen. Zum einen werden die Erkenntnisse der Auswirkungen auf die Milchleistung und Stoffwechselgesundheit in der Früh-laktation beschrieben (Experiment 1), zum anderen werden die Effekte der Fütterung von zuckerreichem Heu auf den Pansen-pH und die Pansenbakterien beleuchtet (Experiment 2). Um Informationen über den Futterwert zu generieren, wurde eine Verdaulichkeitsuntersuchung mit Hammeln an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

2. Zuckereiches Heu – Produktion und Futterwert

Bei dem getesteten zuckerreichen Heu handelte es sich um einen ersten und zweiten Schnitt von Dauergrünlandbeständen in Höchst am Bodensee in Vorarlberg, welches von der ARGE Heumilch zur Verfügung gestellt wurde. Englisches Raygras war das Leitgras. Das Erntegut wurde bei einem Trockenmassegehalt von etwa 50 % bis 60 % in die Trocknungsboxen eingefahren und durch die Kombination von Solarwärme, Wärmebelüftung und Luftentfeuchter getrocknet. Das so für die Versuche erzeugte Heu wies einen Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WSC) von fast 200 g/kg TS auf und hatte einen Rohproteingehalt (XP) von über 200 g/kg TS (*Tabelle 1*). Im Vergleich dazu hatte das in den Versuchen eingesetzte Kontrollheu einen sehr geringen XP-Gehalt von <100 g/kg TS und einen Gehalt an WSC von ca. 110 g/kg TS. Um weitere Informationen über den Futterwert des zuckerreichen Heus zu erfahren, wurde eine Verdaulichkeitsstudie nach den Richtlinien der GfE (1991) und nach der Methode von GIGER und SAUVANT (1983) mit Hammeln an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Futtermittelaufnahme und Ausscheidungen von Kot und Harn wurden dabei täglich über einen Zeitraum von 14 Tagen quantifiziert und Proben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe gesammelt. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) der zwei Heuqualitäten und der Kraftfuttermischungen wurde berechnet als $RNB = (XP - nXP) / 6,25$, wobei das nutzbare Rohprotein am Duodenum (nXP) aus dem Verdaulichkeitsversuch geschätzt wurde. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 1* dargestellt.

Der Verdaulichkeitsversuch mit Hammeln zeigte, dass das zuckerreiche Heu deutlich besser verdaulich ist, als das normale, faserreiche Heu. Aufgrund des hohen XP-Gehalts

Tabelle 1: Mittlere Nährstoffgehalte und -verdaulichkeiten der in den Versuchen eingesetzten Heuqualitäten (KLEEFISCH et al. 2017 und 2018)

| Nährstoffe (g/kg TS) | Zuckerheu | Kontrollheu |
|--|-----------|-------------|
| Rohprotein | 229 | 89 |
| Neutral-Detergenz-Faser (NDF) | 443 | 612 |
| Säure-Detergenz-Faser (ADF) | 225 | 366 |
| Wasserlösliche Kohlenhydrate | 193 | 112 |
| Verdaulichkeit (%) im Hammelversuch | | |
| Organische Substanz | 81,83 | 59,84 |
| Rohprotein | 78,64 | 34,81 |
| Neutral-Detergenz-Faser | 85,40 | 60,29 |
| Energiegehalt und Proteinwert¹ | | |
| ME (MJ/kg TS) | 11,38 | 8,01 |
| NEL (MJ/kg TS) | 6,90 | 4,64 |
| nXP (g/kg TS) | 154 | 99,7 |
| RNB (g/kg TS) | 10,98 | -5,53 |

¹ME = umsetzbare Energie, NEL = Netto Energie Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein; RNB = Ruminale Stickstoffbilanz

in dem qualitativ hochwertigen, zuckerreichen Heu ergeben sich eine deutlich positive RNB mit zuckerreichem Heu und eine höhere Menge an nXP. Der NEL-Gehalt lag mit 6,90 MJ/kg TS auf einem Niveau vergleichbar mit einer sehr guten, körnerreichen Maissilage.

3. Effekte der Fütterung von zuckerreichem Heu bei Milchkühen

3.1 Effekte auf TS-, Energie- und Nährstoffaufnahme

In den Versuchen wurden die gleichen vier verschiedenen Rationen mit unterschiedlichen Anteilen an zuckerreichem Heu (60 %, 75 % und 100 %) in Kombination mit angepassten Kraftfuttermengen (0 %, 25 % und 40 % der TS) und in Relation zu einer Kontrollration bestehend aus 60 % faserreichen und zuckerarmen Heu und 40 % Kraftfutter getestet (Tabelle 2). Folglich unterschieden sich die Versuchsrationen stark in ihren Gehalten an Zucker (8,4 % bis 18,7 % TS), Stärke (18,2 % bis 0 % TS) und Rohprotein (15,9 % bis 23,5 % TS).

Insgesamt wurde das zuckerreiche Heu sehr gut von den Kühen gefressen. Bei trockenstehenden Kühen wurde eine signifikante Steigerung der Futteraufnahme durch den Einsatz von zuckerreichem Heu festgestellt (Ergebnisse nicht gezeigt). Bei den Kühen in der Früh-laktation stieg die TS-Aufnahme wie zu erwarten über die Versuchsdauer kontinuierlich an (Tabelle 3), nur die Kühe mit reiner Zuckerheufütterung stießen an die Grenzen der Aufnahmekapazität. So nahmen sie mit einer TS-Aufnahme von 18,8 kg pro Tag in der vierten Woche post-partum etwa 28 MJ NEL weniger pro Tag auf als die Kühe, die zusätzlich 40 % Kraftfutter in der Ration erhielten.

Die hohen Rohprotein- und RNB-Gehalte im zuckerreichen Heu überstiegen die Fütterungsempfehlungen nach GfE (2001), so dass das Futterprotein ohne zusätzliche Energie unverwertet blieb. Zudem hat eine zu hohe RNB negative Auswirkungen auf die Umwelt durch erhöhte N-Ausscheidungen. Die Bereitstellung an nXP konnte durch die Zulage von Kraftfutter verbessert werden.

Tabelle 2: Versuchsrationen und Nährstoffgehalte (KLEEFISCH et al. 2017 und 2018)

| | 60NQ | 60HQ | 75HQ | 100HQ |
|---|------|------|------|-------|
| Rationszusammensetzung (%) | | | | |
| Faserreiches Heu | 60 | - | - | - |
| Zuckerreiches Heu | - | 60 | 75 | 100 |
| Kraftfuttermischung | 40 | 40 | 25 | - |
| Chemische Zusammensetzung (% TS) | | | | |
| Organische Masse | 92,6 | 92,2 | 91,6 | 90,8 |
| Rohprotein | 15,1 | 19,3 | 20,6 | 23,1 |
| Stärke | 17,8 | 18,0 | 11,2 | 0,00 |
| Zucker | 9,0 | 13,4 | 15,6 | 19,2 |
| NDF | 43,8 | 35,2 | 38,6 | 44,3 |
| ADF | 29,8 | 19,3 | 20,2 | 21,5 |
| NEL (MJ/kg TS) | 6,1 | 7,2 | 7,1 | 6,9 |

60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

Tabelle 3: TS-Aufnahme und Stickstoffbilanz bei Milchkühen in der Früh-laktation (n=6; KLEEFISCH et al. 2018)

| | Versuchsrationen ¹ | | | | SEM ² | P-Werte | |
|---|-------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------|--------|
| | 60NQ | 60HQ | 75HQ | 100HQ | | Ration | Tag |
| TS-Aufnahme (kg/Tag) | | | | | | | |
| Woche 1 | 13,9 | 16,4 | 14,3 | 14,1 | 0,864 | 0,088 | <0,001 |
| Woche 2 | 18,4 ^{ab} | 19,7 ^a | 19,0 ^a | 15,9 ^b | 0,957 | 0,007 | 0,003 |
| Woche 3 | 19,8 ^{ab} | 20,9 ^a | 19,9 ^{ab} | 17,7 ^b | 1,01 | 0,015 | 0,200 |
| Woche 4 | 21,3 ^{ab} | 21,9 ^a | 22,7 ^a | 18,8 ^b | 1,14 | 0,002 | 0,213 |
| Ruminale N-Bilanz (g/Tag) | | | | | | | |
| Woche 1 | -28,0 ^b | 142,8 ^a | 127,7 ^a | 154,6 ^a | 7,90 | <0,001 | <0,001 |
| Woche 2 | -4,3 ^c | 131,1 ^b | 146,2 ^{ab} | 170,7 ^a | 7,68 | <0,001 | 0,175 |
| Woche 3 | 11,2 ^d | 115,9 ^c | 152,5 ^b | 193,4 ^a | 6,93 | <0,001 | 0,570 |
| Woche 4 | 13,2 ^d | 124,8 ^c | 168,8 ^b | 202,7 ^a | 7,64 | <0,001 | 0,036 |
| nutzbares Rohprotein am Duodenum (g/Tag) | | | | | | | |
| Woche 1 | 1.718 ^b | 2.573 ^a | 2.229 ^{ab} | 2.170 ^{ab} | 144,4 | <0,001 | <0,001 |
| Woche 2 | 2.459 ^{bc} | 3.098 ^a | 2.977 ^{ab} | 2.399 ^c | 160,2 | 0,002 | 0,001 |
| Woche 3 | 2.742 ^b | 3.304 ^a | 3.140 ^{ab} | 2.724 ^b | 177,7 | 0,008 | 0,140 |
| Woche 4 | 2.962 ^{ab} | 3.479 ^a | 3.559 ^a | 2.875 ^b | 186,2 | <0,001 | 0,007 |

¹60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

²SEM, Standardfehler des Mittelwertes

3.2 Effekte auf Kauaktivität und Pansenfermentation

Die Kauaktivität wurde sowohl bei trockenstehenden als auch bei Kühen in der Früh-laktation mittels des RumiWatch-Systems (ITIN + HOCH GmbH, Fütterungstechnik, Liestal, Schweiz) gemessen. Allgemein gilt die Annahme, dass die Wiederkauaktivität eine entscheidende Rolle in der Stabilisierung des Pansen-pHs spielt und somit die Pansenfunktion erhält (MERTENS 1997). Aufgrund der geringen TS-Aufnahme bei trockenstehenden Kühen lassen sich die hier erhobenen Beobachtungen der Fress- und Kauaktivität nicht auf laktierende Kühe mit deutlich höherer Futteraufnahme übertragen. Bei trockenstehenden Kühen konnte der Einsatz von zuckerreichem Heu die Wieder-

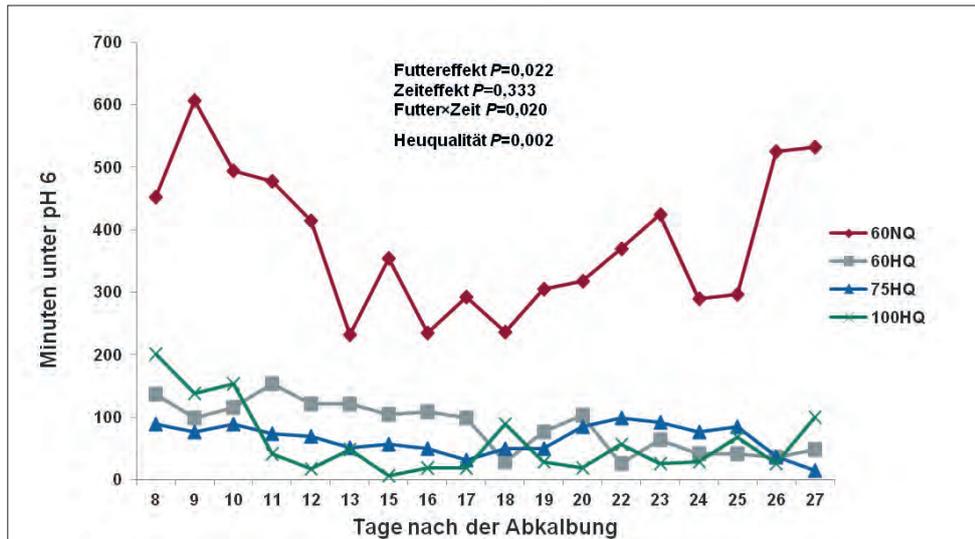


Abbildung 1: Pansen-pH bei Kühen in der Früh-laktation (n=4; Minuten am Tag unter pH 6) 60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

kauzeiten reduzieren, bei laktierenden Kühen wurde dagegen kein Unterschied in der Wiederkauzeit festgestellt. Die Untersuchungen zeigten keine großen Unterschiede im Pansen pH-Wert zwischen den Rationen mit zuckerreichem Heu und unterschiedlichen Kraftfutterniveaus und der Kontrollration mit faserreichem Heu, und das obwohl die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren als Folge der verbesserten Verdaulichkeit durch die Verfütterung von zuckerreichem Heu signifikant anstieg (KLEEFISCH et al. 2017; KLEVENHUSEN et al. 2017). Im Gegenteil, die Verfütterung vom zuckerreichen Heu, mit oder ohne Kraftfutter, schien den Pansen-pH zu stabilisieren (Abbildung 1), was auch mit dem hohen Rohproteingehalt zusammenhängen kann (KLEVENHUSEN et al. 2019). Es ist anzumerken, dass die Tierzahl im Versuch begrenzt war, und weitere Untersuchungen mit größerer Tierzahl und zusätzlichen Rationszusammensetzungen sind notwendig.

3.3 Effekte auf Milchleistung und Zusammensetzung

Über vier Wochen post partum wurden die Milchleistungsdaten der Kühe im Versuch erfasst. Die Milchmenge stieg über den Versuchsraum kontinuierlich an. Ab der 3. Woche wurden erste Auswirkungen der Fütterung sichtbar. So zeigte sich, dass eine Kraftfutterzulage von 40 % in der Ration mit zuckerreichem Heu die Milchleistung noch weiter steigern konnte, allerdings waren die Unterschiede bezogen auf den Milchfettgehalt nicht mehr signifikant (Abbildung 2).

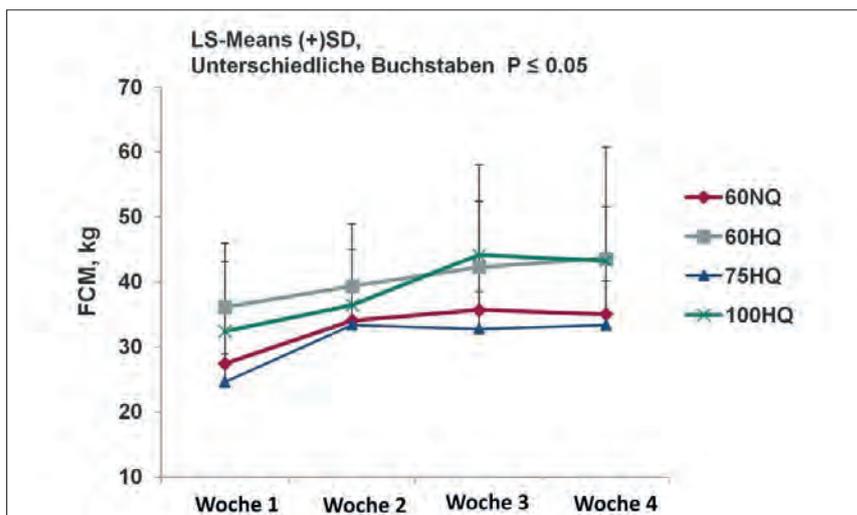


Abbildung 2: Fett-korrigierte Milch bei Kühen in der ersten 4. Wochen der Laktation (n=6; FCM mit 4 % Fett-Basis); 60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

Die Milchleistung blieb auf dem gleichen Niveau, wie bei den Gruppen 60NQ und 75HQ, weshalb die Tiere, die mit 100HQ gefüttert wurden, in eine stark negative Energiebilanz in den ersten 4 Wochen post partum gerieten. Der Milchharnstoffgehalt war signifikant am höchsten bei Kühen, die mit dem zuckerreichen Heu ohne Kraftfutterzulage gefüttert wurden. Das war aufgrund der hohen RNB und geringen NEL-Aufnahme zu erwarten. Positiv ist aufgefallen, dass die Verfütterung vom zuckerreichen Heu den Anteil für die Menschen gesundheitsfördernde alpha-Linolensäure und konjugierte Linolsäure in der Milch signifikant erhöhte (KHIAOSA-ARD et al. 2020).

Tabelle 4: Mittlere Milchinhaltsstoffe (n=6; analysierte an Tag 7, 14, 21, und 28 post partum (KLEEFISCH et al. 2018)

| | Versuchsrationen ¹ | | | | P-Werte | | |
|--|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------|--------|
| | 60NQ | 60HQH | 75HQH | 100HQH | SEM [†] | Ration | Tag |
| Milchinhaltsstoffe (%) | | | | | | | |
| Fett | 4,25 | 4,67 | 4,12 | 5,15 | 0,357 | 0,110 | 0,908 |
| Protein | 3,30 ^{ab} | 3,31 ^{ab} | 3,60 ^a | 3,18 ^b | 0,087 | 0,009 | <0,001 |
| Laktose | 4,70 | 4,67 | 4,70 | 4,66 | 0,065 | 0,943 | <0,001 |
| Harnstoff (mg/l) | 268 ^{ab} | 202 ^b | 244 ^b | 365 ^a | 38,9 | 0,002 | 0,201 |
| SCC [#] (log ₁₀ /ml) | 4,62 | 4,51 | 4,59 | 4,61 | 0,201 | 0,981 | <0,001 |
| Fett:Protein | 1,31 ^{ab} | 1,42 ^{ab} | 1,17 ^b | 1,66 ^a | 0,116 | 0,020 | 0,024 |
| Fett (kg/Tag) | 1,35 | 1,72 | 1,24 | 1,62 | 0,171 | 0,050 | 0,043 |
| Protein (kg/Tag) | 1,06 ^{ab} | 1,23 ^a | 1,13 ^{ab} | 0,995 ^b | 0,067 | 0,010 | 0,932 |
| Lactose (kg/Tag) | 1,53 ^{ab} | 1,75 ^a | 1,49 ^b | 1,46 ^b | 0,083 | 0,006 | <0,001 |

60NQ = 60 % faserreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 60HQ = 60 % zuckerreiches Heu + 40 % Kraftfutter; 75HQ = 75 % zuckerreiches Heu + 25 % Kraftfutter; 100HQ = 100 % zuckerreiches Heu

[†]SEM, Standardfehler des Mittelwertes; [#]SCC, Somatic Zellzahl

^{a,b}Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant (P < 0.05)

4. Schlussfolgerungen

Das zuckerreiche Heu ist hochverdaulich und erreicht einen Energiegehalt auf einem Niveau vergleichbar mit einer sehr guten, körnerreichen Maissilage. Gleichzeitig trägt das Zuckerheu maßgeblich zur Deckung des Bedarfs der Milchkühe in der Früh-laktation mit nutzbarem Protein bei, wobei aufgrund der fehlenden Energie im Heu das Teile des Stickstoffs im Pansen nicht verwertet werden können. Das zuckerreiche Heu konnte ausreichend Kauaktivität auslösen, so dass keine negativen Effekte auf den Pansen-fermentation beobachtet wurden. Allerdings lag die tägliche Futtermittelaufnahme der Kühe 3 - 4 kg unter der TS-Aufnahme von Kühen, die zusätzlich Kraftfutter erhielten. Diese limitierte TS-Aufnahme spiegelte sich in der Energieaufnahme der Milchkühe in der Früh-laktation wieder. Eine Kraftfutttergabe von 25 % in der TS erhöhte die Menge an nutzbarem Rohprotein, die Futtermittelaufnahme schwächte somit die negative Energiebilanz deutlich ab. Schlussfolgernd lässt sich das zuckerreiche Heu sehr gut in der Milchkuhration integrieren. Mit einem Zusatz von etwa 25 % einer passenden (XP-armen) KF-Mischung kann die Fütterung der Hochleistungskuh weiter optimiert werden.

5. Literatur

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 1991: Guidelines for determination of crude nutrient digestibility with ruminants (in German). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 65, 229-234.

GIGER, S. und D. SAUVANT, 1983: Comparison of different methods for evaluation of digestibility coefficients of concentrate feeds in ruminants. Ann. Zootech. 32, 215-246.

KHIAOSA-ARD, R., M.T. KLEEFISCH, Q. ZEBELI und F. KLEVERHUSEN, 2020: Milk fatty acid composition reflects metabolic adaptation of early lactation cows fed hay rich in water-soluble carbohydrates with or without concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 264, 114470.

KLEEFISCH, M.T., Q. ZEBELI, E. HUMER, I. KRÖGER, P. ERTL und F. KLEVENHUSEN, 2017: Effects of the replacement of concentrate and fibre-rich hay by high-quality hay on chewing, rumination and nutrient digestibility in non-lactating Holstein cows. *Arch. Anim. Nutr.* 71, 21-36.

KLEEFISCH, M.T., Q. ZEBELI, E. HUMER, L. GRUBER und F. KLEVENHUSEN, 2018: Effects of feeding high-quality hay with graded amounts of concentrate on feed intake, performance and blood metabolites of cows in early lactation. *Arch. Anim. Nutr.* 72, 290-307.

KLEVENHUSEN, F., R.M. PETRI, M.T. KLEEFISCH, R. KHIAOSA-ARD, B.U. METZLER-ZEBELI, Q. ZEBELI, 2017: Changes in fibre-adherent and fluid-associated microbial communities and fermentation profiles in the rumen of cattle fed diets differing in hay quality and concentrate amount. *FEMS Microbiol Ecol.* 2017, 93(9).

KLEVENHUSEN, F., M.T. KLEEFISCH und Q. ZEBELI, 2019: Feeding hay rich in water-soluble carbohydrates improves ruminal pH without affecting rumination and systemic health in early lactation dairy cows. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 103, 466-476.

MERTENS, D.R., 1997: Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.

Qualitätspotenziale bei Gras- und Maissilagen in Österreich – Erkenntnisse aus dem LK-Silageprojekt 2020

Quality potentials of grass and maize silages in Austria Findings from the LK-Silageproject 2020

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

Gärfutter nimmt in Österreich etwa 75 % des konservierten Grundfutters in Form von Gras- und Maissilage ein. Angesichts des hohen Anteils ist die Gärfutterqualität für die Viehwirtschaft von zentraler Bedeutung, weil der betriebliche Erfolg von vielen Landwirten unweigerlich mit dem Gärerfolg zusammenhängt. Das LK-Silageprojekt 2020 wurde organisiert, um die IST-Situation der Silagen auf Praxisbetrieben durch umfangreiche chemische Analysen und Abfrage des Managements auszuwerten. Die Erkenntnisse sollen dazu dienen das Silagemanagement zu verbessern, um liegen gelassene Qualitätspotenziale ausschöpfen zu können.

Das größte Potenzial bei österreichischen Grassilagen läge in der Reduktion der Buttersäuregärung, welche 2020 mit durchschnittlich 15,2 g/kg TM im 1. Aufwuchs extrem hoch war. Die Entwicklung von Clostridien ist dafür verantwortlich, deswegen wurden 2020 die Keimzahlen an präsumtiven sulfitreduzierenden Clostridien (psC) schwerpunktmäßig untersucht. Mit 803 KBE psC/g FM lagen die Clostridien im Durchschnitt deutlich über jenen aus deutschen Untersuchungen und dem diskutierten VDLUFA-Orientierungswert von 500 KBE/g FM. Tendenziell wiesen Grassilagen mit höheren Buttersäuregehalten auch erhöhte Keimzahlen an psC auf. Die Beschleunigung der Milchsäuregärung in Verbindung mit einer schnelleren Absenkung des pH-Wertes unter das kritische pH-Niveau wäre anzustreben. Effektiv kann die Gärungsbeschleunigung über Einsatz bodennaher Gülledüngung (Schleppschuh), Gerüstsubstanzgehalte des Futters unter 490 g NDF/kg TM bzw. unter 310 g ADF/kg TM, Verkürzung der Feldphase (unter 12 Stunden) durch Mähgutaufbereitung, Futteranwelkung über 300 g TM/kg FM, Vermeidung von erdiger Futterschmutzung (Eisengehalt unter 500 mg/kg TM), sehr kurze Futterlänge (kleiner 5 cm) bei der Ernte, durch professionellen Einsatz von flüssigen Silierhilfsmitteln (exakte Verteilung und Dosierung) sowie über ausreichende Verdichtung und sofortige luftdichte Abdeckung erreicht werden. Maissilagen gelten als leicht vergärbare, haben jedoch den Nachteil eines höheren Verderbrisikos nach Siloöffnung. Die Gärung der Maissilagen verlief 2020 allgemein deutlich intensiver, es wurden mehr Gärsäuren und Ethanol gebildet als in den Jahren zuvor. Tendenziell lagen Rohprotein- und Gerüstsubstanzgehalte niedriger als in Vergleichsjahren. Kritisch muss die Erhöhung der mittleren Ethanolgehalte auf 16 g/kg TM eingestuft werden, weil Hefen die alkoholische Gärung hervorriefen und Hefen auch großteils für Nacherwärmungen verantwortlich sind. In der Tendenz stiegen Silokubaturen, Schlagkraft bei der Ernte, mehr Siliermitteleinsatz und die Lagerungsdichte bei Maissilagen in Österreich. Die über Dosierautomaten eingesetzten heterofermentativen Milchsäurebakterien wie *Lactobacillus buchneri* hoben den Essigsäuregehalt um durchschnittlich 5 g/kg TM an, auf der anderen Seite vergärten diese Silagen intensiver. In der Praxis sind zu kurze Gärdauer bis zur Öffnung, Auflockerung bei der Entnahme und zu geringer

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

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

Vorschub noch weit verbreitet, sodass mit Zunahme der Lufttemperaturen im Frühjahr das Risiko von Verderb durch Nacherwärmung vielfach vorhanden ist. Potenziale zur Verbesserung können mittels einfachem Qualitätsmanagement aufgespürt werden. Dazu ist eine Laboranalyse und eine sensorische Bewertung der Silagen am Betrieb sehr hilfreich. LandwirtInnen die ihren Schwachstellen durch effektive Maßnahmen begegnen gehen den professionellen Weg zum Betriebserfolg.

Schlagwörter: Clostridien, Buttersäure, Gärqualität, aerobe Stabilität, Futtermittelkonservierung

Summary

Fermented forage takes up about 75 % of the preserved basic forage in Austria in the form of grass and corn silage. In view of the high proportion, the quality of silage is of central importance for livestock farming because the operational success of many farmers is inevitably linked to fermentation success. The LK-Silageproject 2020 was organized to evaluate the actual situation of silages on Austrian farms through extensive chemical analyses and interrogation of management. The findings are to be used to improve silage management in order to be able to exploit quality potentials that have been left unused.

The greatest potential in Austrian grass silages would be in the reduction of butyric acid fermentation, which was extremely high in 2020 with an average of 15.2 g/kg DM in the first growth. The development of clostridia is responsible for this, therefore in 2020 the bacterial counts of presumptive sulfite-reducing clostridia (psC) were investigated with focus. With 803 CFU psC/g FM, the Clostridia counts were on average significantly higher than those from German studies and the discussed VDLUFA orientation value of 500 CFU/g FM. There was a tendency for grass silages with higher butyric acid contents to also have increased bacterial counts of psC. Acceleration of lactic acid fermentation in conjunction with faster pH reduction below the critical pH level would be desirable. The acceleration of fermentation can be effectively achieved by using slurry fertilization close to the soil (drag shoe), detergent fiber contents below 490 g NDF/kg DM or below 310 g ADF/kg DM, shortening of the field phase (below 12 hours) by processing mowed grass, forage wilting above 300 g DM/kg FM, avoidance of earthy forage contamination (iron content below 500 mg/kg DM), very short forage length (less than 5 cm) at harvest, by professional use of liquid silage additives (exact distribution and dosage) and by sufficient compaction.

Corn silage is considered easy to ferment, but has the disadvantage of a higher risk of spoilage after silo opening. In 2020, fermentation of corn silage was generally much more intensive, with more acids and ethanol being formed than in previous years. The crude protein and detergent fiber contents tended to be lower than in comparable years. The increase in the average ethanol content to 16 g/kg DM must be viewed critically, because yeasts caused alcoholic fermentation and yeasts are also largely responsible for reheating. There was a tendency for silo cubic capacity, harvesting efficiency, more use of silage additives and storage density to increase in corn silage in Austria. The heterofermentative lactic acid bacteria like *Lactobacillus buchneri* used via automatic dosing machines raised the acetic acid content by an average of 5 g/kg DM, on the other hand, these silages fermented more intensively. In practice, too short fermentation time until opening, loosening of the cut surface during removal and insufficient forage advancement at the silo are still widespread, so that with an increase in air temperatures in spring, the risk of spoilage due to reheating is often present.

Potential for improvement can be detected by means of simple quality management. For this purpose, laboratory analysis and sensory evaluation of silages on the farm are very helpful. Farmers who counter their weak points with effective activities are taking the professional path to success.

Keywords: Clostridia, butyric acid, silage quality, aerobic stability, forage conservation

1. Einleitung

In Österreich produzierten im Jahr 2019 rund 56.400 Rinder haltende Betriebe (davon 28.064 Milchbauern bzw. 19.257 Milchbetriebe mit Leistungskontrolle) mit durchschnittlich 33 Rindern je Betrieb bzw. 18,7 Milchkühen, deren mittlere Leistung auf 7.724 kg/Kontrollkuh anstieg (KALCHER und STEGFELLNER 2020). Im überwiegenden Teil befinden sich österreichische Rinderbetriebe im benachteiligten Berggebiet, füttern traditionell sehr grundfutterbetont und hängen im wirtschaftlichen Erfolg dadurch stark vom wirtschaftseigenen Grünlandfutter und Silomais ab. Nach SPIEKERS et al. (2009) sind die Qualitäten der Futterpflanzenbestände, deren Konservierung, Lagerung und Futtervorlage entscheidend für gute Futterraufnahme und tierische Grundfutterleistung.

Laut BMLRT (2020) standen 2019 insgesamt 495.126 ha Wirtschaftswiesen mit drei oder mehr Nutzungen, 154.769 ha Feldfutterbau und 85.684 ha Silomais für die Futterproduktion in Österreich zur Verfügung. In der Praxis werden in Summe ca. 75 % des Grundfutters durch Milchsäuregärung konserviert, das entsprach 2019 einer Menge von 2,55 Mio. t TM an Grassilage und 1,3 Mio. t TM an Maissilage. Angesichts dieser Verhältnisse sind Fragen zur Futterqualität von Silagen für die Rinderwirtschaft in Österreich von großer Bedeutung.

Das Qualitätsbewusstsein der LandwirtInnen in Österreich ist wahrscheinlich gut ausgeprägt. Gemessen an der Anzahl an beauftragten Laboruntersuchungen von Futterproben aus der Praxis, im Vergleich zu den tatsächlich produzierten Chargen, muss eingestanden werden, dass wahrscheinlich weniger als 2 % der Praktiker ihre Futterpartien chemisch analysieren lassen oder selbst eine sensorische Bewertung mit dem ÖAG-Schlüssel (RESCH et al. 2020) durchführen. Aus diesem Blickwinkel betrachtet wäre der Wissensstand zur produzierten Grundfutterqualität von Futterkonserven nach wie vor größtenteils verbesserungsbedürftig. Ohne Klarheit über die vorliegenden Qualitäten bleiben Qualitätspotenziale in verschiedenen Bereichen wie Pflanzenbestand, Futterernte, Silierung und Silocontrolling wahrscheinlich vielfach ungenutzt liegen, weil sie zu wenig bewusst wahrgenommen werden.

Mit der Aktion „LK-Silageprojekt“ werden seit dem Jahr 2003 von den Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern der Bundesländer gemeinsam mit den Arbeitskreisen Milchproduktion, dem Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich), den Landeskontrollverbänden (LKV) und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein regelmäßig Datenerhebungen im gesamten Bundesgebiet für Grassilage und Silomais durchgeführt. Ziel ist hierbei die Erfassung der qualitativen Lage von verschiedensten Futterproben durch Laboranalyse und die Abfrage des Silagemanagements der teilnehmenden Betriebe, um über die mehrfaktorielle Datenauswertung die allgemeine IST-Situation und die Variabilität der Silagen in Österreich besser zu verstehen und daraus Strategien für Verbesserungen ableiten zu können. Aktuell liegen für Grassilage knapp 6.000 und für Maissilage etwa 450 Qualitätsanalysen vor, wo zu jeder Silageprobe auch verschiedene Aspekte des Managements der Betriebe bei der Futterkonservierung abgefragt wurden.

Dem Kernproblem der hohen Buttersäuregehalte in österreichischen Grassilagen wurde im LK-Silageprojekt 2020 erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Die mikrobiologische Untersuchung der Proben auf präsumtive sulfitreduzierende Clostridien und die Abfrage des

Wirtschaftsdüngermanagements sollten neue Erkenntnisse für Verbesserungsansätze liefern. Bei der Maissilage stand die Analyse der Gerüstsubstanzen sowie die aerobe Stabilität auf der Agenda. Für eine zukunftsorientierte Entwicklung im Bereich Grundfutterqualität muss die Frage aufgeworfen werden wo Schwachstellen auftreten und welche Möglichkeiten der Qualitätsverbesserung ausgeschöpft werden können.

2. Material und Methoden

2.1 Erhebungen zum Gärfutter

In den LK-Silageprojekten wurden seit 2003 Erhebungen von Praxisbetrieben in insgesamt sechs Erfassungsjahren durchgeführt, darunter auch das Jahr 2020. Fragebogen-Erhebungen und Probenziehungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben wurden vorwiegend von Mitarbeitern der Landeslandwirtschaftskammern und des LKV (Landeskontrollverband) durchgeführt. Insgesamt wurden bisher Daten von 5.031 Grassilagen und 440 Maissilagen aus den Bundesländern zusammengetragen.

Im Jahr 2020 nahmen bei am Grassilageprojekt 80 % ÖPUL-Betriebe teil, der Bioanteil betrug 23 % (Tabelle 1). Beim Maissilageprojekt belief sich der Anteil der konventionellen Betriebe auf 32 % und nur 6 % Biobetriebe, der Rest waren andere ÖPUL-Betriebe. In Österreich war 2020 der Flachsilo mit Seitenwänden (Fahrsilo, Traunsteiner u.a.) mit 58 % bei Grassilage und 82 % bei Maissilage das beliebteste Silosystem. Pressballen sind bei Grassilagen mit 37 % das zweitwichtigste Verfahren, das auch bei Maissilage mit knapp 7 % an Bedeutung gewinnt. Siloballen waren besonders auf kleinstrukturierten Biobetrieben beliebt (Tabelle 1). Silohaufen ohne Seitenwände (Vorarlberger Siloplatte) nahmen ~7% bei Maissilagen ein. Das System der Hoch-/Tiefsilos war bei den Teilnehmern mit 2 % nur mehr wenig bedeutsam. Das Verfahren Schlauch-/Tunnelsilage war eher bei Maissilagen mit 2 bis 3 % vertreten.

Bei der Zuordnung nach Aufwüchsen wurde der 1. Aufwuchs (61 %) und die Folgeaufwüchse (29 %) getrennt. Mischsilagen der beiden Kategorien (10 %) waren nicht auswertbar und wurden herausgefiltert. In der Futterzusammensetzung entfielen 73 % auf Dauergrünland, 19 % auf Feldfuttersilagen und der Rest auf Grassilagen der Kategorie Grünland/Feldfutter. Zwei Drittel der Produzenten lagen zwischen 400 bis 850 m Seehöhe (\bar{x} 626 m, Min. 117 m, Max. 1.550 m) und zu 90 % Milchkuhbetriebe.

Tabelle 1: Durchschnittlicher Prozentanteil verschiedener Siliersysteme für Gras- und Maissilage in Abhängigkeit der Wirtschaftsweise (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Siliersystem | Fahrsilo | | Silohaufen | | Hoch-/Tiefsilo | | Rundballen | | Siloschlauch | | Anzahl Proben | |
|------------------|----------|-------------|------------|-------------|----------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|---------------|------------|
| | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 |
| Grassilage | | | | | | | | | | | | |
| Wirtschaftsweise | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 | 2016 | 2020 |
| Biobetrieb | 43,0 | 35,8 | 0,9 | 2,9 | 6,1 | 5,9 | 48,2 | 54,9 | 1,8 | 0,5 | 114 | 204 |
| UBB | 58,6 | 60,1 | 0,4 | 2,1 | 2,6 | 1,3 | 38,4 | 36 | 0 | 0,5 | 268 | 381 |
| Verzicht | 44,4 | 48,3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 55,6 | 46,6 | 0 | 1 | 27 | 58 |
| ohne ÖPUL | 72,9 | 78,2 | 1,4 | 0,6 | 3,5 | 1,1 | 22,2 | 19,6 | 0 | 0,6 | 144 | 179 |
| Gesamt | 59,0 | 57,6 | 1,0 | 2,1 | 3,6 | 2,3 | 36,0 | 37,4 | 0,3 | 0,7 | 553 | 877 |
| Maissilage | | | | | | | | | | | | |
| Wirtschaftsweise | 09-16 | 2020 | 09-16 | 2020 | 09-16 | 2020 | 09-16 | 2020 | 09-16 | 2020 | 09-16 | 2020 |
| Biobetrieb | 80,0 | 72,7 | 15 | 18,2 | 0 | 0 | 5 | 9,1 | 0 | 0 | 20 | 11 |
| UBB | 70,3 | 78,7 | 17,6 | 8 | 5,4 | 2,7 | 5,4 | 9,3 | 1,4 | 1,3 | 74 | 75 |
| Verzicht | 100 | 71,4 | 0 | 14,3 | 0 | 0 | 0 | 14,3 | 0 | 0 | 2 | 7 |
| ohne ÖPUL | 84,5 | 86 | 10,3 | 5,3 | 0 | 1,8 | 0 | 3,5 | 5,2 | 3,5 | 58 | 57 |
| Gesamt | 78,0 | 82,2 | 13,4 | 6,7 | 2,4 | 2,2 | 3,0 | 6,7 | 3 | 2,2 | 164 | 180 |

2.2. Laboranalyse der Silagen

Die chemische Futtermittelanalytik erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (Landeslandwirtschaftskammer Niederösterreich) mittels Standardmethoden nach VDLUFA (1997). Alle Proben wurden auf den Rohnährstoffgehalt, entsprechend der Weender-Nährstoffanalytik, und Gärqualität untersucht. Die Energiebewertung erfolgte auf Basis des Rohnährstoffgehalts mit Hilfe von Regressionen (GRUBER et al. 1997), welche aus der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (DLG 1997a) abgeleitet wurden. Die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL) und Zucker werden seit 2016 systematisch untersucht. Mengen- und Spurenelemente wurden mittels ICP-Analysator gemessen und waren 2020 von insgesamt 99 % der Grassilagen vorhanden. Die Parameter der Gärqualität umfassen pH-Wert, organische Säuren (Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure), Ethanol und Ammoniak (NH₃). Die organischen Säuren und Ethanol wurden mit einem Gaschromatographen bestimmt, der Ammoniak mit einer NH₃-Sonde. Ethanolwerte stehen seit 2016 zur Verfügung.

2.2.1 Clostridien-Untersuchung

Im Zuge des laufenden LK-Silageprojektes 2020 wurden im Futtermittellabor Rosenau sufitreduzierende Clostridien gemäß VDLUFA- Methodenbuch III, Methode 28.3.2 (VDLUFA 2007) bestimmt. Die Analyse wird im Plattengussverfahren mit einem selektiven Nachweismedium (Tryptose-Sulfit-Cycloserin-Agar) durchgeführt. Der Zusatz von Cycloserin, soll die Entwicklung von Begleitflora (wie etwa Milchsäurebakterien oder Bazillen) verhindern. Die Platten wurden dazu anaerob bei 37 °C bebrütet und die (schwarz gefärbten) Kolonien nach 48 Stunden ausgezählt. Eine exakte Bestimmung der Kolonien ist bei der Analyse von Silagen aufgrund sehr verschiedener Begleitflora meist nicht möglich, sodass als Ergebnis eine Keimzahl „präsumtiver“ sulfitreduzierender Clostridien (psC) angegeben wird. Die ermittelten Keimgehalte wurden schließlich als kolonienbildenden Einheiten (KBE) je Gramm Frischmasse (FM) im Befund dargestellt.

Die bislang ermittelten Keimgehalte zeigten Werte zwischen „nicht nachweisbar“ und etwa 10.000 KBE/g FM. Mit dieser Methode werden vorwiegend sufitreduzierende Clostridien (nicht zuletzt auch *C. perfringens*) und nur ein geringer Anteil an anderen (fakultativ) anaeroben Bakterienarten wie fakultativ anaeroben Bazillen (Begleitflora) erfasst, die sich ebenfalls unter diesen Bedingungen vermehren können. Bei der angewendeten Methode wird nicht zwischen Lebenden (vegetativen) und Dauerformen (Sporen) unterschieden. Verschiedene buttersäurebildende Clostridium-Arten wie *C. butyricum* bzw. *C. tyrobutyricum* werden mit TSC-Agar allerdings nicht erfasst, weil sie Sulfit nicht reduzieren. Aus diesem Grund kann bei der Interpretation der Ergebnisse und der Befunde kein sehr enger Zusammenhang zwischen Buttersäuregehalt und Keimzahl an sulfitreduzierender Bakterien erwartet werden!

Nach WAGNER (2017) wird vom Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) aktuell als Orientierungswert für präsumtive sulfitreduzierende Clostridien in Grassilagen ein Keimgehalt von 500 KBE/g FM empfohlen (Maissilagen 200 KBE/g, TMR 1.000 KBE/g). Überschreitet der Gehalt an (präsumtiven) vegetativen sulfitreduzierenden Clostridien den Richtwert erheblich, kann - je nach Ausmaß - die mikrobiologische Qualität des Futtermittels bereits mehr oder weniger herabgesetzt sein. Bei extrem starker Belastung des Futters kann auch eine Beeinträchtigung der Tiergesundheit nicht ausgeschlossen werden. Hier wäre dann gegebenenfalls eine weiterführende Untersuchung auf pathogene Clostridien (z.B. *C. perfringens*, *C. botulinum*) angeraten.

Die Clostridiendaten aus dem LK-Silageprojekt 2020 sollen unter anderem auch Forschung, Lehre und Beratung dienen, um die Praxisverhältnisse in Österreich einzustufen und Beziehungen zu Parametern der Silagequalität inkl. Futterhygiene sowie zum Siliermanagement herstellen zu können.

2.3 Ermittlung der Lagerungsdichte

Die Verdichtung wurde bei der Probenziehung mit der Bohrkernmethode bestimmt. Dazu wurde aus dem Silostock bzw. dem Rundballen mit Hilfe eines Edelstahlbohrers mit definiertem Innendurchmesser ein repräsentativer Bohrkern gestochen. Anschließend wurde die Einstechtiefe gemessen und das entnommene Probenmaterial gewogen. Die Kubatur des gestochenen Bohrkerns wurde über die Zylinderformel berechnet. Die Bestimmung der Lagerungsdichte an Frischmasse- und Trockenmasse (kg/m^3) erfolgt mit der Umrechnung der Bohrkernkubatur auf einen Kubikmeter.

2.4 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Softwarepaket Statgraphics Centurion XVII (Version 17.1), in Form von multifaktoriellen Regressionsanalysen (Prozedur GLM = General Linear Model) und mit dem Programm IBM-SPSS Statistics (Version 25) für die deskriptive Statistik. Die Auswertungsmethodik mittels GLM-Modellierung ermöglicht die Erklärung der Streuung einer abhängigen Variable (z.B. Buttersäuregehalt) unter Einbindung von fixen Faktoren wie Erntejahr, Futterzusammensetzung, Siliersystem uvm. sowie quantitativen Faktoren (Trockenmasse-, NDF- und Rohaschegehalt, etc.), um deren Einfluss einstufen zu können. Diese Vorgangsweise erlaubt eine Trennung der einzelnen Einflussfaktoren und eine genaue Bewertung des Faktoreffekts auf die abhängige Variable. Mit dem GLM-Modell werden die quantitativen Faktoren gleichgeschaltet, d.h. es wird zum Beispiel für den Trockenmassegehalt für alle ausgewerteten Proben ein mittlerer Wert von 385 g/kg FM eingesetzt. Diese Gleichschaltung schaltet die Unregelmäßigkeiten aus und schärft damit die statistische Bewertung von Einflussgrößen. Würden die Berechnungen ohne diese statistische Methode durchgeführt, so wäre keine Konstanzhaltung von quantitativen Faktoren möglich und die Aussagekraft eines Mittelwertvergleiches wäre wesentlich unschärfer. Ab einem P-Wert $< 0,01$ geht man von einem hoch signifikanten bzw. gesicherten Einfluss auf den Parameter aus. Bei einem P-Wert $< 0,05$ ist der Einfluss signifikant, zwischen 0,05 und 0,10 spricht man von einem tendenziellen Einfluss.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den nachstehenden Ausführungen konnte leider nicht auf alle möglichen Auswertungen eingegangen werden, das hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Hier folgen Ergebnisse zu den Projektschwerpunkten Buttersäuregärung und Clostridien bei Grassilagen und Gerüstsubstanzen bzw. aerobe Stabilität bei Maissilagen. Einige deskriptive Tabellen mit detaillierten Inhalten sind im Anhang angeführt.

3.1 Grassilagequalitäten in Österreich

Der 1. Aufwuchs der Grünlandflächen nimmt einen besonderen Stellenwert ein, weil er im Vergleich zu den übrigen Folgeaufwüchsen den größten Anteil an Menge liefert. Menge und Qualität des 1. Aufwuchses gebührt daher eine entsprechende Aufmerksamkeit. In *Tabelle 2* zeigt sich anhand statistischer Kennwerte die Lage einzelner Parameter der Grassilagen in den Projektjahren sowie die Datenverteilung zur besseren Orientierung der Größenordnungen.

Im aktuellen Projektjahr 2020 fällt auf, dass der mittlere Rohaschegehalt mit 92,5 g/kg TM deutlich niedriger lag und daher die Energiedichte auf durchschnittlich 6,20 MJ NEL/kg TM anstieg. Gemeinsam mit den geringeren Eisengehalten ein Indiz für geringere Futterverschmutzung mit Erde. Die mittleren Rohproteingehalte und auch die RNB (Ruminale N-Bilanz) fielen leicht ab. Bei den Gerüstsubstanzen konnte eine kleine Reduktion bei ADF und Lignin (ADL) beobachtet werden, welches ein Hinweis auf etwas geringere Stängelanteile im Futter ist. Die Kaliumgehalte nahmen tendenziell ab, während bei Natrium und Kupfer eine leichte Erhöhung festgestellt werden konnte. Inwieweit sich

Tabelle 2: Allgemeine qualitative Situation von Grassilagen des 1. Aufwuchses in Österreich (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Parameter | Projektjahre Mittelwerte | | | Deskriptive Statistik | | | Datenverteilung | | | | |
|--|-----------------------------|-------|--------------|-----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 2003- 2009 | 2016 | 2020 | \bar{x} | SD | n | Quartil Median Quartil | | | | |
| | | | | | | | min | 25 | 50 | 75 | max |
| Trockenmasse [g/kg FM] | 369,3 | 353,8 | 363,7 | 366,2 | 71,0 | 3.114 | 198 | 314 | 358 | 404 | 755 |
| Rohprotein [g/kg TM] | 147,1 | 153,1 | 145,3 | 147,6 | 20,2 | 3.114 | 78 | 133 | 147 | 160 | 249 |
| nXP [g/kg TM] | 133,0 | 135,9 | 135,2 | 133,8 | 6,9 | 3.107 | 95 | 129 | 134 | 138 | 161 |
| RNB [g/kg TM] | 2,3 | 2,8 | 1,6 | 2,2 | 2,5 | 3.107 | -8 | 1 | 2 | 4 | 15 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 506,3* | 438,9 | 441,9 | 449,4 | 50,0 | 1.089 | 317 | 418 | 443 | 485 | 621 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 341,9* | 291,2 | 287,2 | 297,8 | 37,8 | 1.137 | 24 | 275 | 294 | 320 | 437 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 52,2* | 37,7 | 35,2 | 38,4 | 10,9 | 1.089 | 17 | 32 | 38 | 45 | 107 |
| Rohfaser [g/kg TM] | 264,6 | 253,3 | 258,1 | 261,9 | 26,9 | 3.114 | 188 | 243 | 261 | 280 | 376 |
| Rohfett [g/kg TM] | 30,6 | 32,2 | 32,1 | 31,1 | 3,0 | 3.114 | 21 | 29 | 31 | 33 | 49 |
| Rohasche [g/kg TM] | 101,2 | 102,0 | 92,5 | 99,8 | 19,6 | 3.114 | 50 | 88 | 97 | 108 | 306 |
| Zucker [g/kg TM] | 68,0 | 72,0 | 73,2 | 71,8 | 42,2 | 1.202 | 1 | 85 | 66 | 100 | 199 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | 72,9 | 74,1 | 73,9 | 73,3 | 2,7 | 2.660 | 57,4 | 71,6 | 73,4 | 75,2 | 82,7 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | 10,10 | 10,29 | 10,34 | 10,17 | 0,45 | 3.114 | 7,23 | 9,89 | 10,2 | 10,48 | 11,54 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | 6,04 | 6,17 | 6,20 | 6,08 | 0,32 | 3.113 | 4,25 | 5,88 | 6,1 | 6,3 | 7,09 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | 7,3 | 6,4 | 6,6 | 7,0 | 1,7 | 2.843 | 2,3 | 5,9 | 6,8 | 7,8 | 27,1 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,1 | 0,5 | 2.843 | 1,2 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 6,5 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | 2,4 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 0,5 | 2.843 | 0,7 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 6,4 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | 29,7 | 28,8 | 28,1 | 29,3 | 4,6 | 2.843 | 13,3 | 26,0 | 29,3 | 32,2 | 44,7 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | 0,49 | 0,52 | 0,67 | 0,52 | 0,45 | 2.843 | 0,1 | 0,3 | 0,43 | 0,6 | 16,3 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | 736 | 717 | 626 | 668 | 544 | 903 | 7 | 326 | 515 | 794 | 7.368 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | 85 | 76 | 80 | 82 | 31 | 903 | 19,6 | 59,3 | 77,7 | 97,7 | 309,9 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | 33 | 30 | 30 | 31 | 9 | 903 | 8 | 26,6 | 29,7 | 33,4 | 171,6 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | 7,8 | 7,8 | 8,0 | 7,9 | 1,3 | 903 | 4,1 | 7,1 | 8 | 8,5 | 14,1 |
| pH-Wert | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 0,3 | 2.849 | 3,1 | 4,2 | 4,4 | 4,7 | 6,7 |
| Milchsäure [g/kg TM] | 44,6 | 45,1 | 60,0 | 47,8 | 25,4 | 2.643 | 0 | 28,2 | 43,5 | 61,5 | 170,9 |
| Essigsäure [g/kg TM] | 11,5 | 14,6 | 16,0 | 12,9 | 8,7 | 2.643 | 0 | 7,1 | 10,8 | 15,8 | 108,3 |
| Propionsäure [g/kg TM] | | | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 536 | 0 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 7,1 |
| Buttersäure [g/kg TM] | 12,5 | 11,3 | 15,2 | 12,8 | 10,4 | 2.643 | 0 | 4,2 | 10,9 | 19,2 | 86,8 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | 68,5 | 72,1 | 92,1 | 73,8 | 30,8 | 2.643 | 2,3 | 51,4 | 70,7 | 90,4 | 244,4 |
| Ethanol [g/kg TM] | | 3,8 | 13,8 | 12,3 | 9,5 | 628 | 0,7 | 4,0 | 10,8 | 14,1 | 94,6 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | 8,6 | 5,3 | 7,9 | 8,0 | 4,5 | 2.636 | 0,1 | 5,2 | 7,2 | 9,4 | 75,7 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | 73,7 | 76,5 | 70,0 | 73,4 | 19,1 | 2.640 | -15 | 60 | 75 | 90 | 100 |
| präsum. sufitred. Clostridien [KBE/g FM] | | | 803 | 803 | 1.224 | 518 | 0 | 257 | 871 | 2.754 | 20.417 |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | 173,3 | 162,3 | 168,7 | 171,8 | 47,2 | 2723 | 17,0 | 140,5 | 170,9 | 199,8 | 356,7 |

*Gerüstsubstanzen der Jahre 2003-2009 nur von 5 % der Proben vorhanden

das trockene Frühjahr 2020 auf den Salzgehalt erhöhend ausgewirkt haben könnte, muss abgeklärt werden.

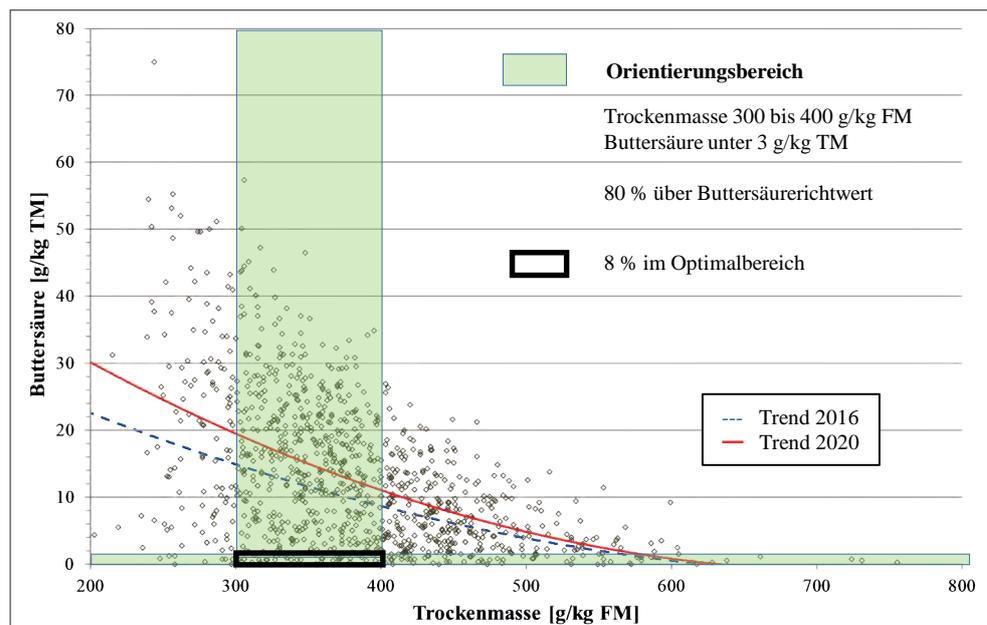
Die Gärverläufe im Jahr 2020 zeigten bei den Grassilagen im 1. Aufwuchs bei ähnlichem mittleren TM-Gehalt eine um 25 % höhere Gesamtsäurebildung als im Durchschnitt und dennoch lagen die pH-Werte der Silagen um pH 0,1 höher. Extrem auffällig war 2020 die stark erhöhte alkoholische Gärung, welche die mittleren Ethanolgehalte auf

13,8 g/kg TM anhub. Die Gärqualität nach DLG (1997b) fiel auf 70 Punkte und damit deutlich unter den Mittelwert. Die Verdichtung der Grassilagen im Jahr 2020 war etwas besser als 2016, konnte den Durchschnittswert jedoch nicht übertreffen. Details zu den Folgeaufwüchsen und zum Feldfutter sind im Tabellenanhang zu entnehmen.

3.1.1 Anwelkung und Gärverlauf

In den vergangenen Jahren zeigte sich in Österreich, dass Grassilagen zu einem ungünstigen Gärverlauf tendierten, der sich im Endeffekt mit deutlich erhöhten Buttersäuregehalten ausdrückte (RESCH 2010; RESCH 2017). Nach McDonald et al. (1991) bzw. ROOKE und HATFIELD (2003) ist der Fermentationsweg von saccharolytischen Clostridien ($2 \text{ Laktat} + \text{ADP} + \text{P}_a \rightarrow \text{Butyrat} + 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2 + \text{ATP} + \text{H}_2\text{O}$) äußerst energieaufwendig, daher ist die Buttersäurebildung mit deutlichen Verlusten an Trockenmasse und Energie verbunden und sollte vermieden werden. Der von der DLG (2012) herausgegebene Orientierungswert für Buttersäure in Grassilagen sollte 3 g/kg TM nicht überschreiten. Im Projektjahr 2020 erreichten die Buttersäuregehalte mit durchschnittlich 13,4 g/kg TM im negativen Sinn ein neues Rekordniveau. Die Tatsache, dass rund 80 % der untersuchten Grassilageproben über dem Orientierungswert lagen (Abbildung 1) zeigt, dass in Österreich ein äußerst großes Potenzial für Verbesserungen in der Gärqualität zu suchen ist. Das höchste Risiko einer starken Buttersäuregärung trat bei TM-Gehalten unter 300 g/kg FM auf, in diesem Bereich befanden sich 12,7 % der untersuchten Grassilagen. Die Erhöhung des TM-Gehaltes ist eine bewährte Möglichkeit die Buttersäurebildung zu reduzieren, um den Gärerfolg zu verbessern (WEISSBACH et al. 1977). Im Jahr 2020 lagen zwar 54 % der Grassilagen im TM-Zielbereich von 300 bis 400 g/kg FM, dennoch brachte die Anwelkung nur eine unbefriedigende Senkung des Buttersäuregehaltes auf 11,4 g/kg TM. Die Keimzahlen an psC waren mit Erhöhung des TM-Gehaltes tendenziell von 1.000 auf 700 KBE/g FM leicht rückläufig. Bei Anwelkung über 450 g/kg FM wird von Gärheu oder Heulage gesprochen. Hinsichtlich Senkung von Buttersäuregehalt und psC brachte die starke Anwelkung den größten Erfolg, allerdings ist in der Praxis eine gute Verdichtung in diesem TM-Bereich nur mehr mit Ballenpressen erzielbar. Knapp 7 % der Proben wurden als Gärheu konserviert. Für Gärheuballen mit TM-Gehalten über 500 g/kg FM ist zwecks optimaler Luftdichtheit eine 8-lagige Wickelung empfehlenswert, weil sich bei Undichtheit der Verderb durch Verpilzung schneller ergibt. Nur 11 % der Gärheuerzeuger wickelten die Ballen 8-fach.

Abbildung 1: Buttersäuregehalte von Grassilagen in Österreich in Abhängigkeit des TM-Gehaltes (LK-Silageprojekt 2020)



Nach RESCH et al. (2017) unterstützt eine optimale Milchsäuregärung die Gärqualität erheblich, d.h. der Milchsäureanteil an der gesamten Säurebildung sollte mehr als 80 % betragen. Dagegen dürfte ein tolerierter Buttersäureanteil 10 % der Gesamtsäure nicht überschreiten. Im 1. Aufwuchs betrug der Buttersäureanteil im Durchschnitt 19,2 %, im Jahr 2020 mit 18,5 % nur geringfügig weniger. Interessant ist der Umstand, dass trotz unterschiedlicher mittlerer Buttersäuregehalte im 1. Aufwuchs der Jahre 2009 bis 2020, der relative Buttersäureanteil an der Gesamtsäure mit 18,3 bis 18,7 % stabil auf zu hohem Niveau blieb. In den Folgeaufwüchsen betrug der Buttersäureanteil zwischen 11 und 16 %, somit immer noch zu hoch, aber deutlich günstiger als im 1. Aufwuchs.

Nach PAHLOW et al. (2003) ist eine schnelle Senkung des pH-Wertes (Säuerung) der Schlüssel zur Kontrolle von Enterobakterien und Clostridien wie *Clostridium butyricum* und *C. tyrobutyricum*. Diese Gärschädlinge vermehren sich so lange, bis eine hemmende Konzentration an undissoziierten Säuren und/oder ein ausreichend niedriger pH-Wert erreicht ist. Die streng anaeroben Clostridien bevorzugen einen pH-Bereich von 5 bis 6 und einen Temperaturbereich von 30 bis 40 °C (THÖNI 1988). Der kritische pH-Wert, bei dem diese Mikroorganismen gehemmt werden, hängt nach WIERINGA (1958) auch vom TM-Gehalt des Erntegutes ab. Silagen mit einem ausreichend niedrigen pH-Wert wurden von WEISSBACH (1977) als „anaerob stabil“ definiert und nach DLG (2006) formelmäßig dargestellt: Kritischer pH-Wert bis TM-Gehalt von 450 g/kg FM = $0,004 \times \text{TM [g]} + 3,2$. Höhere TM-Gehalte als 450 g/kg FM sollten einen pH-Wert von 5,0 unterschreiten, um die Clostridienvermehrung zu unterbinden.

Ähnlich wie im LK-Silageprojekt 2016 (RESCH 2017) zeigten die aktuellen Auswertungen, dass 36 % der Grassilagen den pH-Richtwert zum Zeitpunkt der Beprobung nicht unterschritten haben. Obwohl keine Daten zum pH-Verlauf (Säuerungsgeschwindigkeit) vorlagen, konnte über die pH-Abweichung zum kritischen pH-Wert (Sollwert) nachgewiesen werden, dass sich die pH-Absenkung unter den Sollwert deutlich verringert auf die Buttersäurebildung auswirkte, während eine unzureichende pH-Absenkung die Buttersäuregehalte stark ansteigen ließ (Abbildung 2). Insgesamt lagen nur 32 % der Grassilagen im TM-Empfehlungsbereich und gleichzeitig unterhalb des pH-Sollwertes. Eine gute pH-Absenkung sorgte auch dafür, dass die Keimzahlen an psC deutlich verringert werden konnten.

Der Gärverlauf im Jahr 2020 war außergewöhnlich, weil unter gleichen Nährstoffgehalten im GLM-Modell die gebildeten Gesamtsäuremengen mit durchschnittlich 89 g/kg TM signifikant höher waren als in den Vergleichsjahren davor (\bar{x} 60 bis 77 g/kg TM) und die pH-Absenkung unter den Soll-Wert dennoch meist schlechter war. Umso erstaunlicher ist dieses Faktum, weil 2020 tendenziell geringere Rohprotein- und Rohaschegehalte im 1. Aufwuchs zu verzeichnen waren, d.h. die Pufferkapazität war niedriger und die Säurewirkung hätte daher besser sein müssen. Im Jahr 2003 genügten 60 g Gärsäuren, um den Soll-pH um 0,22 zu unterschreiten, im Jahr 2020 brachten 89 g Säuren nur eine

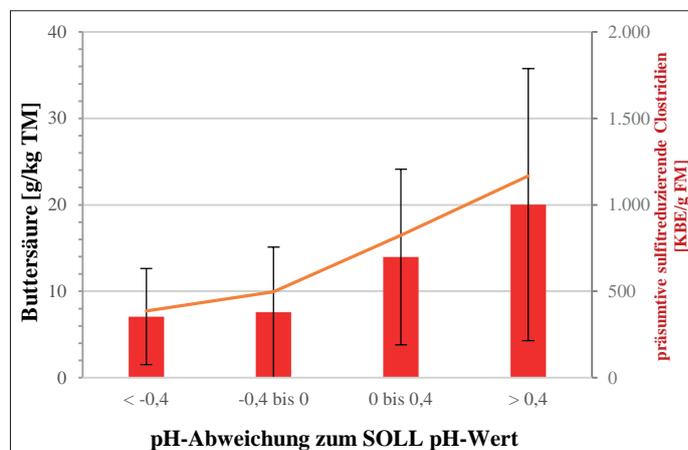


Abbildung 2: Einfluss der Absäuerung auf Buttersäuregehalt und präsumtive sulfitreduzierende Clostridien in Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 371 g/kg FM, XP 150 g, NDF 455 g, XA 100 g/kg TM)

pH-Absenkung um 0,11 unterhalb des Soll-pH. So gesehen muss davon ausgegangen werden, dass die Milchsäuregärung im Jahr 2020 zumindest im 1. Aufwuchs deutlich ineffektiver verlaufen ist. Eine mögliche Erklärung für die hohe Säurebildung in 2020 könnte im epiphytischen Besatz gesucht werden, die Annahme kann sich allerdings nicht auf Daten stützen.

3.1.2 Wirtschaftsdünger und Clostridien in Silagen

Das Wirtschaftsdüngermanagement wurde im Projektjahr 2020 abgefragt, um dessen Einfluss auf die Grassilagequalität bewerten zu können. Rund 87 % der Teilnehmer setzten Gülle für die Düngung des Ernteaufwuchses ein, 4,6 % keinen Dünger, 3,5 % Stallmist und der Rest Kompost, Jauche und sonstige Dünger. Aufgrund der hohen Praxisrelevanz widmeten sich die Untersuchungen in dieser Arbeit vorwiegend dem Güllesystem. Nach ADLER und LEW (1995) stellen Wirtschaftsdüngerreste und der Boden eine erhebliche Quelle an gärschädlichen Keimen dar, vor allem an Clostridiensporen.

Die GLM-Auswertung zeigte unter konstanten Bedingungen, dass der Einsatz unterschiedlicher Wirtschaftsdünger zu einer Grundbelastung mit Clostridien führte, welche die Buttersäuregärung bei Gülle- und Jauchedüngung tendenziell stärker förderten (*Abbildung 3*). Eine tendenzielle Verringerung der Buttersäuregehalte war zu beobachten,

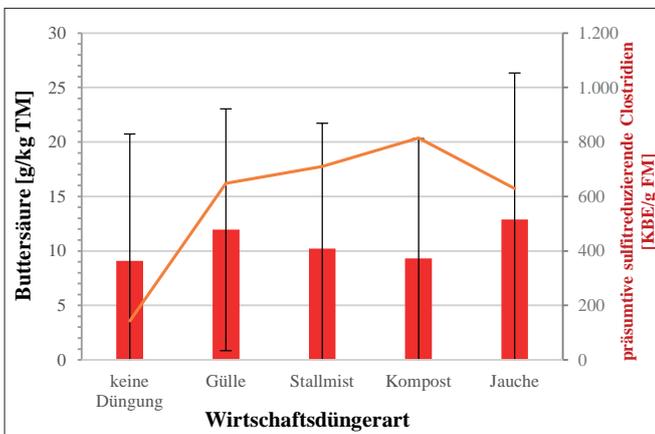


Abbildung 3: Einfluss der Düngerart auf Buttersäuregehalt und Clostridien von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 379 g/kg FM; XP 147 g; NDF 449 g; XA 98 g/kg TM)

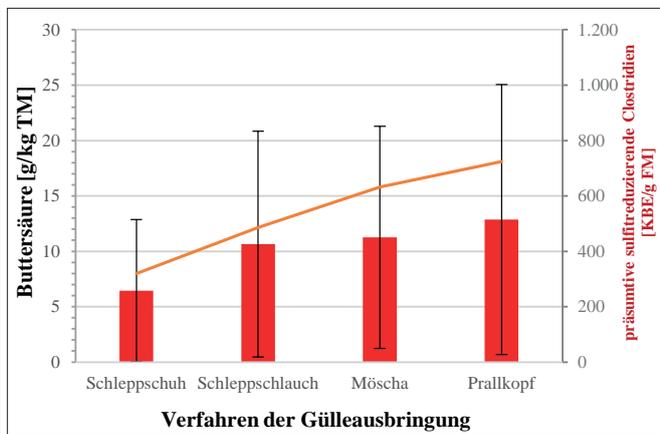


Abbildung 4: Einfluss des Verfahrens der Gülleausbringung auf Buttersäuregehalt und Clostridien (psC) von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 378 g/kg FM; XP 147 g; NDF 448 g; XA 97 g/kg TM; 19,4 m³ Gülle)

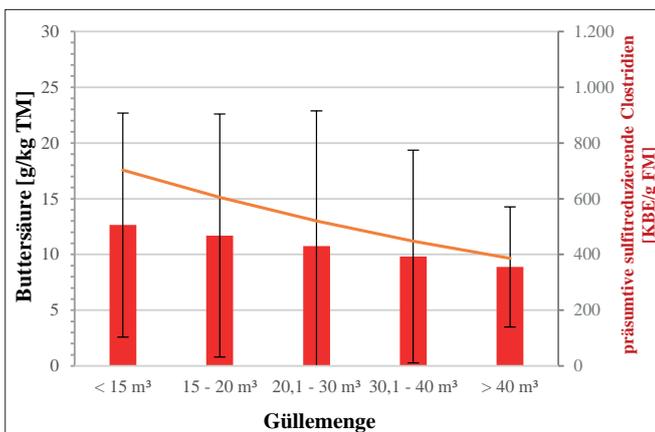


Abbildung 5: Einfluss der Güllemenge auf Buttersäuregehalt und Clostridien (psC) von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 378 g/kg FM; XP 147 g; NDF 448 g; XA 97 g/kg TM)

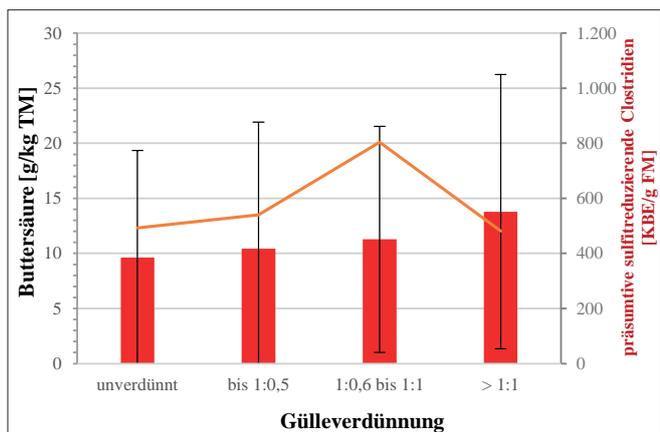


Abbildung 6: Einfluss der Gülleverdünnung auf Buttersäuregehalt und Clostridien (psC) von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 378 g/kg FM; XP 147 g; NDF 448 g; XA 97 g/kg TM; 19,5 m³ Gülle)

wenn keine Wirtschaftsdünger gegeben wurden bzw. bei Kompostdüngung (Abbildung 3). Die aktuellen Ergebnisse bestätigen den positiven Effekt der Nicht-Düngung bzw. einer mineralischen Düngung hinsichtlich Verringerung der Buttersäuregehalte im LK-Silageprojekt 2009 (RESCH 2010).

Das Verfahren der Gülleausbringung verursachte in Grassilagen einen signifikanten Einfluss auf den Buttersäuregehalt und auf psC (Abbildung 4). Bei der bodennahen Ausbringung ergaben sich durch den Schleppschuh deutliche Vorteile in der Gärqualität und psC. Verhältnismäßig am schlechtesten schnitt die Breitverteilung mit dem Prallkopf ab, weil hier die Buttersäuregehalte und die Keimzahlen an psC mehr als doppelt so hoch waren als beim Schleppschuh. Nach PÖLLINGER et al. (2019) waren zwei Wochen nach Gülleausbringung am frischen Gras keine signifikanten Unterschiede an Clostridien-Keimzahlen bei verschiedenen Gülleausbringungsverfahren festgestellt worden. Die eingesetzten Güllen hatten mit zunehmender Menge eine tendenziell verringerte Wirkung auf den Buttersäuregehalt und psC in Grassilagen (Abbildung 5). Dieser Effekt könnte nach WEISS (2003) eine Folge höherer Nitratgehalte aufgrund der gesteigerten N-Versorgung und der damit verbundenen clostridienhemmenden Wirkung des zu Nitrit abgebauten Nitrates sein. Die Gülleverdünnung mit Wasser hatte unter konstanten Bedingungen statistisch gesehen nur einen zufälligen Effekt auf Buttersäure und psC (Abbildung 6).

3.1.3 Gerüstsubstanzen und Pflanzenbestand

Die Ernte im Vegetationsstadium „Ähren-/Rispenstadien“ bei Gräsern bzw. im „Knospenstadium“ bei Leguminosen gilt in der guten landwirtschaftlichen Praxis als optimaler Silierzeitpunkt, weil in diesem Stadium eine hohe Verdaulichkeit, ein guter Proteingehalt und gleichzeitig ein ansprechender Ertrag erzielt werden können.

Die umfangreichen Futteruntersuchungen der letzten 5 bis 10 Jahre ermöglichten bei den Faserstoffen auch in Österreich den Umstieg von der Rohfaser auf das realitätsnahe System der Gerüstsubstanzen (VAN SOEST 1994). Für Grassilagen wurde aufgrund der Datenlage ein NDF-Orientierungsbereich von 410 bis 490 g/kg TM gewählt (RESCH 2017). Insgesamt 18 % der Grassilagen enthielten NDF-Gehalte über 490 g/kg TM und 17 % weniger als 410 g NDF/kg TM, d.h. 65 % der Teilnehmer lagen mit der Wahl des Erntezeitpunktes richtig. Zu hohe Anteile an Gerüstsubstanzen (Zellulose, Hemicellulose und Lignin) sind ein Hinweis auf zunehmende Reifung der Pflanzen und damit eine Verminderung der OM-Verdaulichkeit. Abbildung 7 zeigt die negative Beziehung

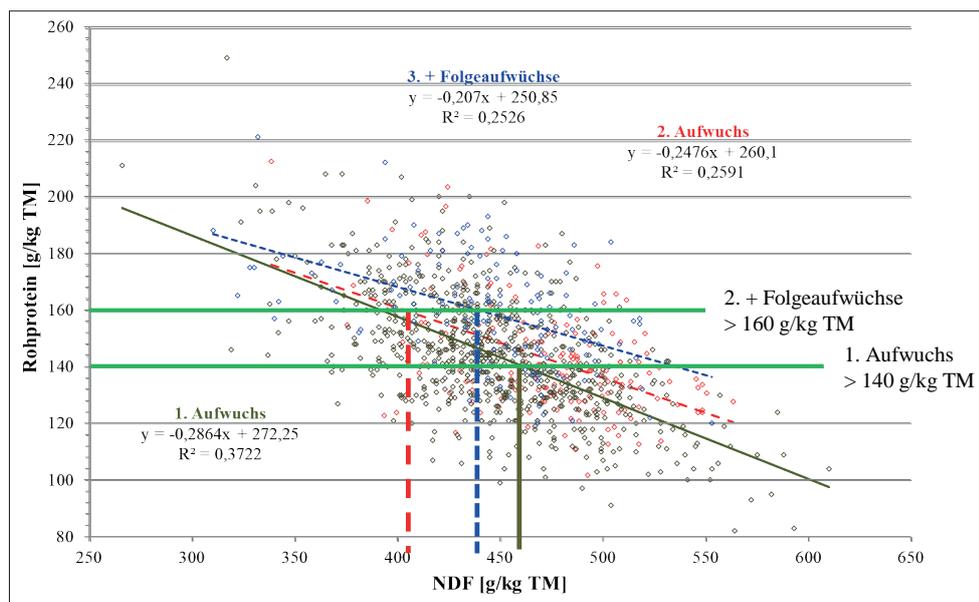


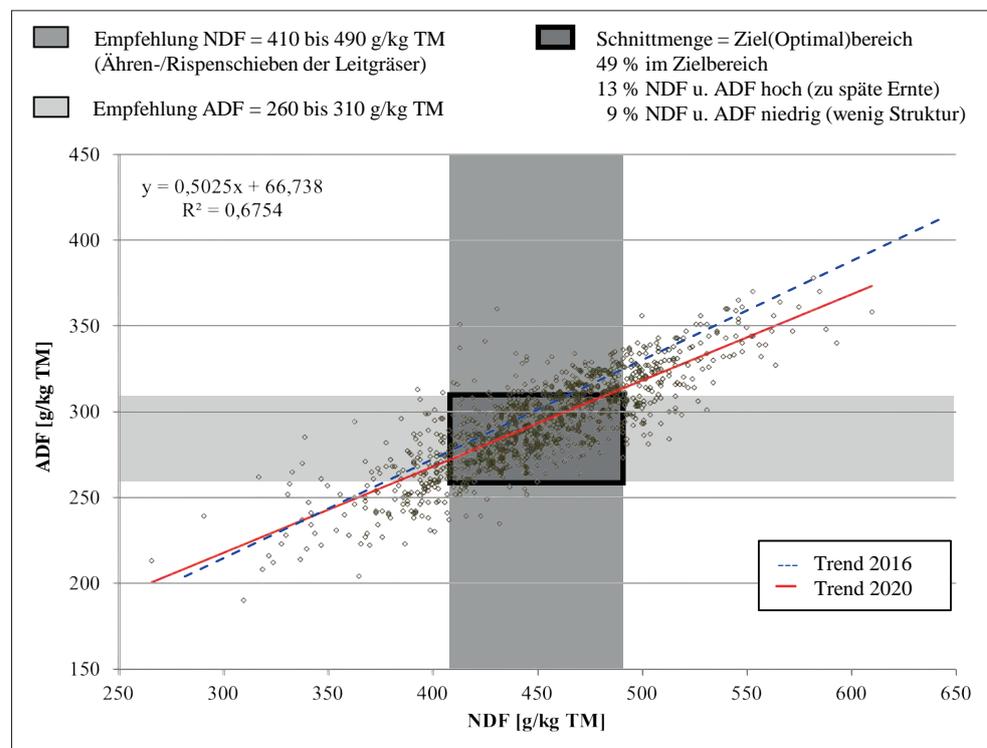
Abbildung 7: Rohprotein-gehalte in Abhängigkeit der Gerüstsubstanzen (NDF) in Grassilagen (LK-Silageprojekt 2016/2020)

zwischen NDF- und Rohproteingehalt in Grassilagen. Mit Zunahme von NDF nimmt der Rohproteingehalt (XP) je nach Aufwuchs auf unterschiedlichem Niveau ab. Andererseits fällt auf, dass bei gleichem NDF-Gehalt die Spannweite der XP-Gehalte durchaus 100 g/kg TM beträgt. Für diese XP-Varianz ist die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes verantwortlich (RESCH et al. 2015).

Im Jahr 2020 wurde der österreichische Orientierungswert für XP für den 1. Aufwuchs von 140 g/kg TM im Durchschnitt bei etwa 460 g NDF/kg TM erreicht, jener für die Folgeaufwüchse von 160 g/kg TM bei 410 g NDF im Fall des 2. Aufwuchses bzw. 440 g NDF für den 3. Aufwuchs. Gegenüber 2016 lagen die XP-Gehalte 2020 niedriger, d.h. für die Erzielung von gleich hoher XP-Gehalte wie 2016 hätte der Erntezeitpunkt 2020 vorverlegt werden müssen. In der Tendenz zeigen die flachen XP-Trends in den Folgeaufwüchsen eine tendenzielle XP-Schwäche im niedrigen NDF-Bereich (Abbildung 7). Ergebnisse von mehr als 20 Dauergrünlandfeldversuchen in Österreich bestätigen eine tendenzielle Abnahme des XP-Gehaltes von Dauerwiesenfutter von 2002 bis 2020 im Zusammenhang mit vermehrten Trockenperioden in der Vegetationsperiode (RESCH 2021). Sollte sich dieser negative XP-Trend manifestieren, wird die Sicherung von Protein im wirtschaftseigenen Grundfutter über die Förderung von proteinreichen Futterpflanzen (Leguminosen u.a.) für die Betriebe eine Herausforderung.

Die aktuelle Auswertung der schwer bis unverdaulichen Zellwandbestandteile (ADF = Zellulose + Lignin) bestätigte, dass österreichische Grassilagen im Durchschnitt deutlich höhere ADF-Gehalte enthielten als Grassilagen aus europäischen Gunstlagen. Die DLG-Empfehlungen für ADF reichen von 230 bis 270 g/kg TM (SPIEKERS 2011), während in Österreich 260 bis 310 g ADF/kg TM als Maß für gute Grundfutterqualität gelten. Nach den österreichischen ADF-Empfehlungen lagen 26 % der Grassilagen im Jahr 2016 über dem ADF-Orientierungsbereich. Die Verschneidung zwischen NDF- und ADF-Gehalt in Abbildung 8 zeigt, dass die Trendlinie 2020 ein geringeres ADF-Niveau erreichte, d.h. der Anteil an schwer bis nicht verdaulichen Zellwandbestandteilen in der NDF nahm leicht ab. Ziel für Landwirte sollten blattreiche Pflanzenbestände sein (unterhalb der Trendlinie 2020). Diese bewirken eine Senkung der ADF-Gehalte und damit eine bessere NDF-Verdaulichkeit der Grassilagen.

Abbildung 8: Beziehung NDF- und ADF-Gehalt in Grassilagen (LK-Silageprojekt 2016/2020)



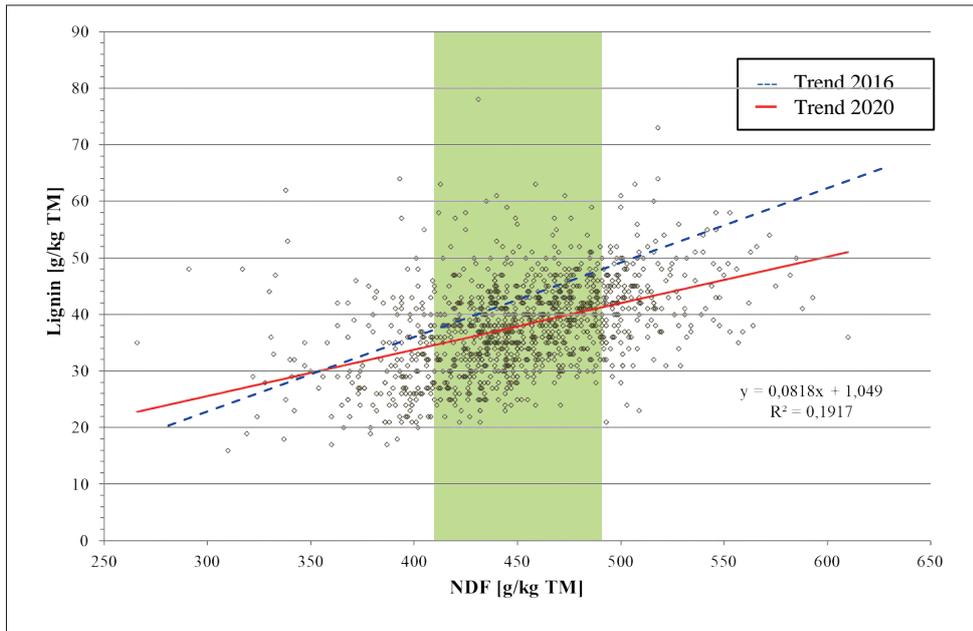


Abbildung 9: Beziehung NDF- und Ligningehalt in Grassilagen (LK-Silageprojekt 2016/2020)

Im LK-Silageprojekt 2020 traten Ligningehalte (ADL) zwischen 16 und 78 g/kg TM in den Grassilagen auf. Diese Streubreite kann durch die phänologische Entwicklung, aber auch durch den Einfluss der Pflanzenarten erklärt werden (DACCORD et al. 2007). Lignin ist der für Pansenmikroben unverdauliche Teil der Zellwand, also für den Wiederkäuer nicht verfügbar. In *Abbildung 9* wird deutlich, dass die Lignifizierung im Jahr 2020 weniger ausgeprägt war als 2016. Die positive Entwicklung der ADF-Gehalte 2020 ist also hauptsächlich auf geringere ADL-Gehalte zurückzuführen. Optimal wären ADL-Gehalte unterhalb von 40 g/kg TM. In der Praxis schafften das 62 % der Grassilageproben.

3.1.4 Futtermittelschmutzung mit Erde

In der Vergangenheit konnte aufgezeigt werden, dass die Verunreinigung des Futters mit Erde von Landwirten in Österreich unterschätzt wird (RESCH et al. 2018), das bezeugen hohe Rohasche- und Eisengehalte (Fe) in den Grassilagen (*Abbildung 10*). Im Jahr 2020

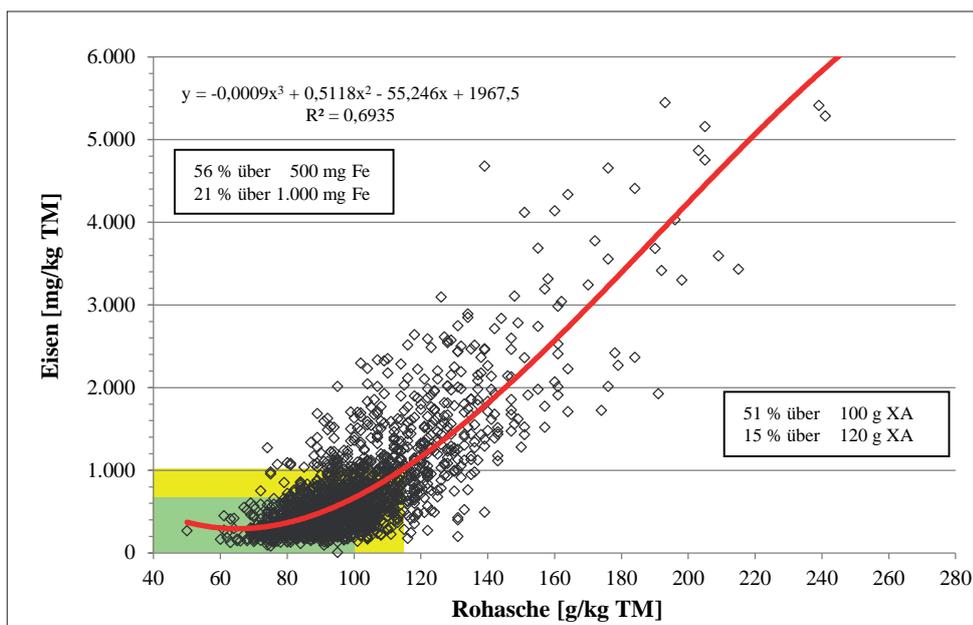


Abbildung 10: Beziehung Rohasche- und Eisengehalt in Grassilagen (LK-Silageprojekte 2003-2020)

waren die Rohaschegehalte (XA) im 1. Aufwuchs im Durchschnitt deutlich geringer als in den Vorjahren (Tabelle 1). Möglicherweise gab es hier einen Zusammenhang mit dem trockenen Frühjahr 2020. Dennoch lagen insgesamt 35 % der Grassilagen über dem Orientierungswert von 100 g Rohasche/kg TM und 54 % über 500 mg Eisen/kg TM. Über 120 g XA/kg TM bzw. 1.000 mg Fe/kg TM kann von einer mäßigen bis starken Erdverschmutzung bei Grassilage gesprochen werden. Abgesehen von gewissen Unschärfen in der Festlegung des Verschmutzungsgrades kann davon ausgegangen werden, dass von den Grassilagen in Österreich etwa 25 - 30 % leicht und 20 % mäßig bis stark mit Erde verschmutzt sind und somit ist das Thema Erdverschmutzung ein wichtiger Faktor für die Qualitätsverbesserung. Die Erhöhung des Rohaschegehaltes hat einen Verdrängungseffekt auf andere Inhaltsstoffe, sodass sich deren Gehalte verringern. Asche ist kaum verdaulich, daher verringert die Erdverschmutzung die Verdaulichkeit der TM und den Energiegehalt des Futters.

Darüber hinaus konnte im LK-Silageprojekt 2020 aufgezeigt werden, dass die Keimzahlen an psC in den Grassilagen tendenziell deutlich stieg, wenn die Eisengehalte zunahm (Abbildung 11). Der Einfluss der Erdverschmutzung auf die Buttersäuregärung war, unter Ausschaltung der Faktoren TM-, XP- und NDF-Gehalt, besonders bei Fe-Gehalten über 2.000 mg/kg TM merklich vorhanden.

Um die Situation zu verbessern, müssen wirksame Maßnahmen ergriffen werden, welche die Ursache der Verschmutzung beheben. Für Erdverschmutzung im Futter sind nach RESCH et al. (2018) vor allem offener Boden (geringe Narbendichte, Befall mit Schädlingen wie Wühlmaus, Engerlinge u.a.), zu tiefe Einstellung von Mäh-, Werbe- (Zetter, Schwader) und Erntegeräten sowie Fehler in der Fahrweise (Schlupf, Vorgewende) und Probleme mit Reifen (Profil, Druck, Typ) zu nennen.

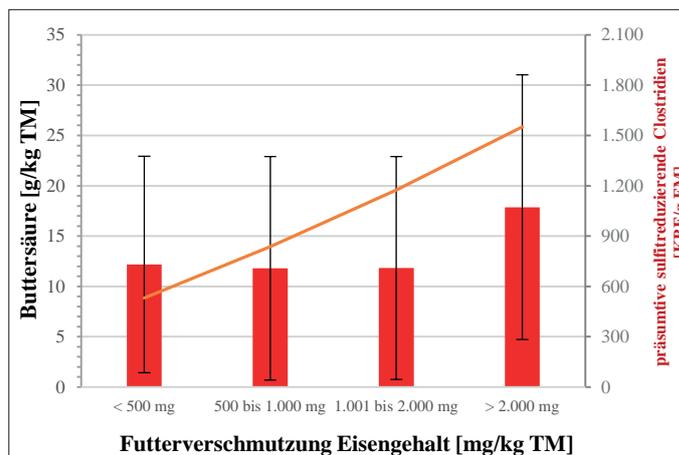


Abbildung 11: Einfluss des Eisengehaltes auf Buttersäuregehalt und Clostridien (psC) von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 379 g/kg FM, XP 147 g, NDF 454 g/kg TM)

3.1.5 Managementfaktoren

Die Produktion von Grassilage erfordert die Anwendung verschiedener Arbeitsschritte, welche sich auf die Futterqualität auswirken können. Unter Gleichschaltung von Einflussfaktoren wie TM-Gehalt u.a. konnten in der GLM-Auswertung Effekte des Managements untersucht werden.

Bei der Wahl des Mähwerktyps brachte die Mähgutaufbereitung (Knickzetter oder Quetschwalze) tendenziell Vorteile in der Gärqualität. Durch die mechanische Arbeit werden Pflanzenteile oberflächlich verletzt/geknickt, wodurch zuckerhaltiger Zellsaft austreten kann. Nach PÖTSCH und RESCH (2002) kann mit Mähgutaufbereitung der Abtrocknungsprozess und die Milchsäuregärung beschleunigt werden. Die Mähhöhe hatte insofern einen Effekt, weil sich die Mahd unter 5 cm Schnitthöhe (Rasierschnitt) tendenziell negativ auf die Gärqualität, mit höherem Buttersäuregehalt auswirkte. Außerdem spricht der geringere Eisengehalt bei der Mahd über 7 cm Schnitthöhe für weniger Erdverschmutzung (Tabelle 3).

Der Zeitraum, wo sich das Erntegut auf der Futterfläche befindet wirkte sich ebenfalls auf die Gärqualität aus. Je kürzer die Feldphase war, desto günstiger verlief die Milchsäuregärung, das zeigt der Vergleich zwischen sehr kurzer und sehr langer Feldliegezeit (Tabelle 3). Das Ernteverfahren Feldhäcksler bestach gegenüber Ladewagen und Ballenpresse signifikant, weil durch den Häckselvorgang die Partikellänge auf unter 3 cm gesetzt werden kann. Aus diesen kurzen Futterpartikeln tritt viel mehr Zellsaft aus als von langen Pflanzenteilen und daher wird in diesem Verfahren die Milchsäuregärung deutlich beschleunigt und die Gärqualität positiv beeinflusst. Offensichtlich verlangsamen lange Partikel die Gärung und können so die Entwicklung von Clostridien weniger unterbinden. Unter Ausschaltung von Einflussfaktoren konnten zwischen den Siliersystemen nur zufällige Differenzen bei Buttersäure und psC festgestellt werden (Abbildung 12).

Die mittleren Walzgewichte betragen 2020 rund 9,5 Tonnen. Dieses Walzgewicht sollte prinzipiell für die Anlieferleistung von ~25 t FM ausreichen, weil eine Faustregel besagt, dass das Walzgewicht mindestens ein Drittel der angelieferten FM/h haben sollte (RESCH et al. 2017). Der Effekt des Walzgewichtes (GLM-Mittel 8,3 t) betrug am Flachsilo +1,07 kg Lagerungsdichte je Tonne an zusätzlichem Gewicht.

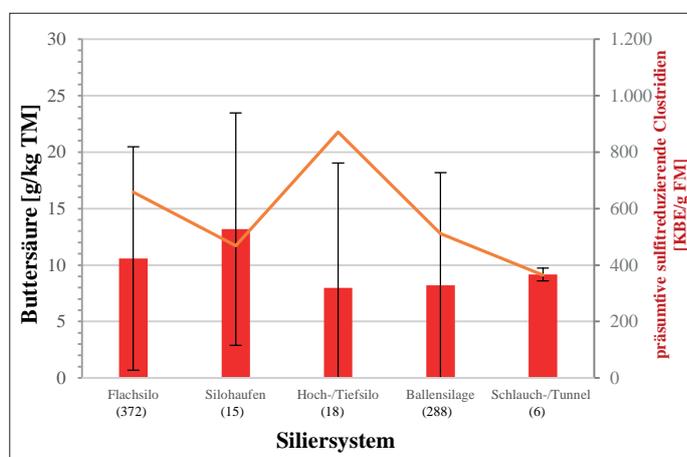


Abbildung 12: Einfluss des Siliersystems auf Buttersäuregehalt und Clostridien (psC) von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020; TM 370 g/kg FM; XP 150 g; NDF 454 g; XA 100 g/kg TM)

Tabelle 3: Einfluss von Managementfaktoren auf die Gärqualität von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020)

| Managementfaktor | Verfahren | pH | Milchsäure [g/kg TM] | Essigsäure [g/kg TM] | Buttersäure [g/kg TM] | Clostridien* [KBE/kg FM] | NH ₃ [% von N _{total}] | DLG (2006) [Punkte] |
|---------------------------|----------------------------|-----|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|---|---------------------|
| Mähwerk | Trommel/Scheiben | 4,6 | 53,5 | 14,3 | 11,1 | 774 | 6,4 | 76,1 |
| | Messerbalken | 4,6 | 51,2 | 12,0 | 12,9 | 702 | 7,0 | 74,0 |
| | Mähaufbereiter | 4,6 | 58,1 | 15,8 | 10,1 | 625 | 7,3 | 77,5 |
| Schnitthöhe | < 5 cm | 4,5 | 43,5 | 11,2 | 8,9 | 537 | 8,8 | 80,3 |
| | > 7 cm | 4,4 | 51,0 | 11,8 | 6,8 | 372 | 8,0 | 84,3 |
| Feldliegezeit | < 6 h am Feld | 4,4 | 48,5 | 10,7 | 6,6 | 229 | 7,7 | 84,8 |
| | > 36 h am Feld | 4,5 | 41,2 | 12,9 | 9,2 | 575 | 9,4 | 77,8 |
| Erntegerät | Feldhäcksler | 4,4 | 65,9 | 21,6 | 3,2 | 291 | 6,6 | 91,0 |
| | Ladewagen | 4,6 | 50,8 | 13,3 | 13,0 | 949 | 6,4 | 73,5 |
| | Ballenpresse | 4,6 | 50,8 | 12,2 | 12,4 | 875 | 6,5 | 72,8 |
| theoretische Häcksellänge | < 3 cm | 4,4 | 65,6 | 21,4 | 3,2 | 288 | 6,6 | 91,2 |
| | > 10 cm | 4,6 | 50,8 | 12,4 | 12,9 | 1.145 | 6,3 | 73,3 |
| Lagerungsdichte | < 150 kg TM/m ³ | 4,7 | 52,4 | 12,8 | 12,9 | 945 | 6,6 | 72,5 |
| | > 200 kg TM/m ³ | 4,5 | 59,6 | 16,6 | 8,7 | 785 | 6,6 | 80,7 |

GLM-Konstanten: TM = 372 g/kg FM, XP 148 g, XF 262 g, XA 102 g/kg TM

*präsumtive sulfitreduzierende Clostridien

Abbildung 13: Einfluss von TM-Gehalt und Siliersystem auf die Lagerungsdichte von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2003-2020)

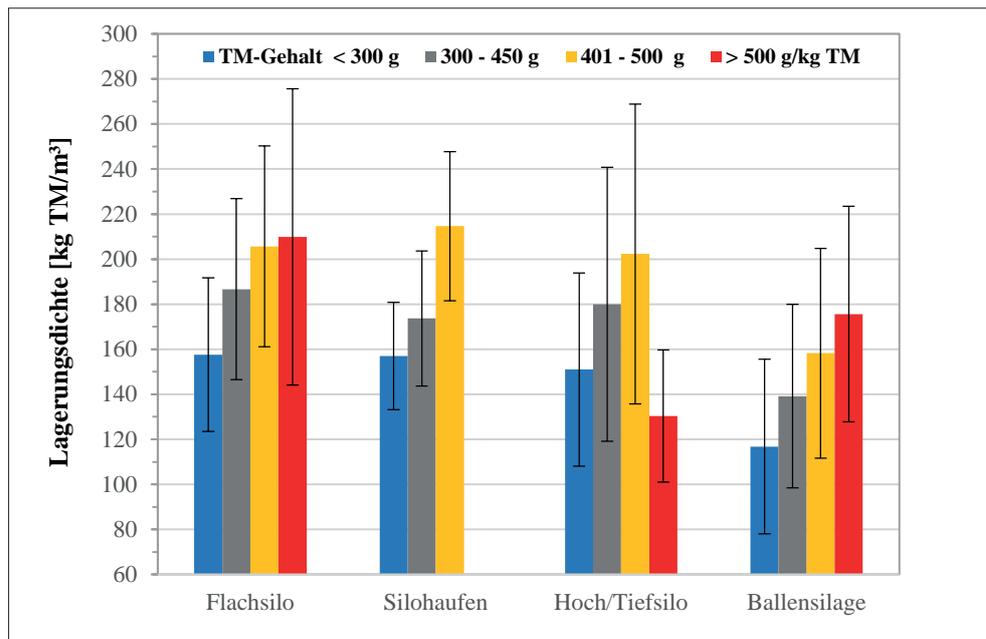


Tabelle 4: Entwicklung der Siliersysteme für Grassilagen (LK-Silageprojekt 2003-2020)

| Management-Parameter | 2003 | 2005 | 2007 | 2009 | 2016 | 2020 | \bar{x} | SD | Anzahl |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|--------------|-----------|------|--------|
| Siloraum [m³] | 168 | 181 | 137 | 217 | 265 | 292 | 204 | 139 | 2.957 |
| Füllgeschwindigkeit [m³/h] | 22 | 26 | 29 | 34 | 42 | 48 | 33,2 | 25,4 | 2.718 |
| Walzgewicht [t] | 6,5 | 7,3 | 7,5 | 8,3 | 9 | 9,5 | 8 | 3,9 | 2.715 |
| Ballendurchmesser [cm] | 126,3 | 127,4 | 127,5 | 127,8 | 128 | 128,7 | 127,7 | 6,6 | 1.394 |
| Pressleistung [m³/h] | 26 | 26,7 | 27,2 | 27,7 | 29 | 29,9 | 27,9 | 10,9 | 1.224 |

Eine stärkere Verdichtung der Grassilagen brachte ebenfalls einen besseren Gärerfolg. In der Praxis zeigte sich bis zu einem TM-Gehalt von ca. 450 g/kg FM, dass sich die Verdichtungsleistung auf Flach- bzw. Hoch-/Tiefsilos von ca. 157 auf über 200 kg TM/m³ verbessern ließ (Abbildung 13). Das Rundballensystem brachte mit durchschnittlich 144 kg TM/m³ signifikant geringeren Lagerungsdichten zustande und dennoch war die Gärqualität der Grassilagen nicht schlechter (Tabelle 10). Nach RICHTER et al. (2009) wird die Verdichtung vom TM-Gehalt stark beeinflusst, daher wird eine ausreichend gute Lagerungsdichte $[\text{kg TM/m}^3] \geq 3,42 \times \text{TM} [\%] + 91,4$ empfohlen. Seit 2003 hat sich die Verdichtung in den verschiedenen Siliersystemen in Österreich nicht wirklich verbessert (RESCH 2010). Die Schlagkraft der Grassilagekonservierung hat sich auf den Betrieben mit 75 % größeren Silokubaturen entwickelt. Gegenüber 2003 ist die Bergeleistung pro Stunde um 118 % von 22 auf 48 m³/h gestiegen (Tabelle 4).

3.1.6 Was können Silierhilfsmittel?

Im LK-Silageprojekt 2020 wurden 21 % der untersuchten Grassilagen mit Silierzusätzen behandelt. Dieser Anteil entspricht im Durchschnitt jenem aus vorherigen Projekten (RESCH 2010). Umgelegt auf Siliersysteme wurden nur 8 % der Ballensilagen behandelt, im Gegensatz dazu 19 % der Hoch-/Tiefsilos, ~30 % der Flachsilos, 33 % der Silohaufen und 66 % der Schlauch-/Tunnelsilagen. Wenn behandelt wurde, griffen 87 % der Anwender zu Milchsäurebakterien. Die Produkte wurden zu 81 % mit Dosierautomaten appliziert, das ist eine deutliche Erhöhung im Vergleich zu früheren Projektjahren. Ausnahme bildeten hier Säuren/Salze, die am Flachsilo und Silohaufen noch zu mehr als 70 % händisch verteilt wurden. Milchsäurebakterien wurden am Flachsilo nur mehr zu 16 % händisch verteilt, bei Ballen wurden 100 % der Zusätze mit Dosierautomaten angewendet.

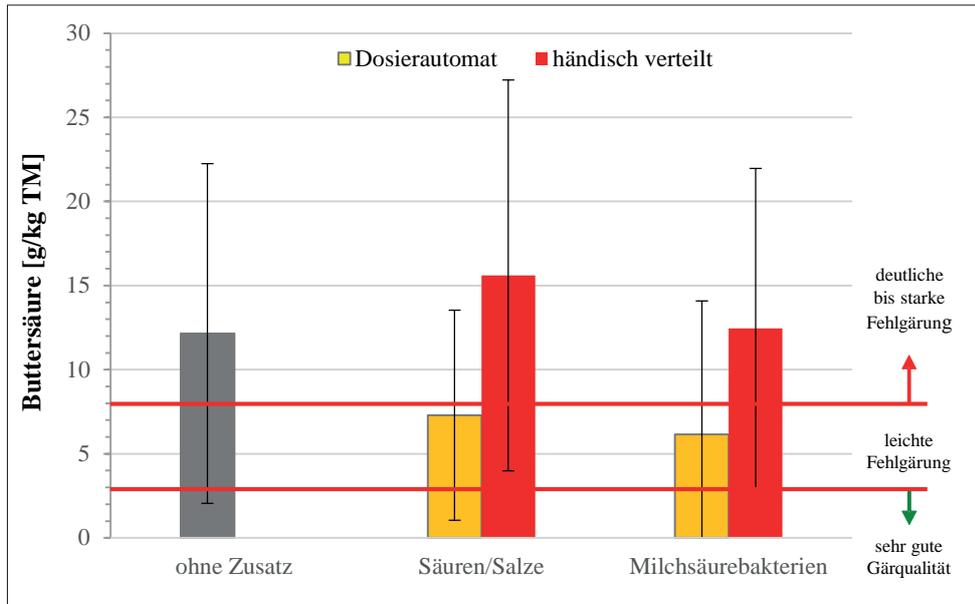


Abbildung 14: Effekt von Silierhilfsmitteln und deren Verteilung auf den Buttersäuregehalt von Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020)

Der Effekt der automatischen Dosierung und Verteilung zeigte sich in einer signifikanten Absenkung der Buttersäuregehalte gegenüber unbehandelten Grassilagen (Abbildung 15). Händische Verteilung brachte keine Senkung der Buttersäuregehalte, die Grassilagen mit händischer Säure-/Salzverteilung wiesen sogar höhere Buttersäuregehalte auf. In der GLM-Auswertung konnte ebenfalls ein positiver Effekt der automatischen Dosierung/Verteilung auf psC festgestellt werden, die in der Keimzahl halbiert wurden (Tabelle 5). Die Wirkung der Siliermittel und deren Verteilung war auch abhängig vom TM-Gehalt der Grassilagen. Während Dosierautomaten den pH über den gesamten TM-Bereich tiefer absenken konnten, zeigte sich bei händischer Siliermittelverteilung ein differenziertes Bild (Abbildung 15). Bei Nasssilagen bis 300 g/kg FM schnitten händisch verteilte Silierzusätze sogar schlechter ab als ohne Zusatz. Säuren/Salze wirkten erst bei TM-Gehalten über 500 g/kg FM gut und händisch verteilte Milchsäurebakterien über 400 g/kg FM (Abbildung 15). Ein weiterer Vorteil bei der Anwendung von Silierhilfsmitteln brachte die flüssige Formulierung der Produkte im Vergleich zur streufähigen. Flüssige Silierzusätze

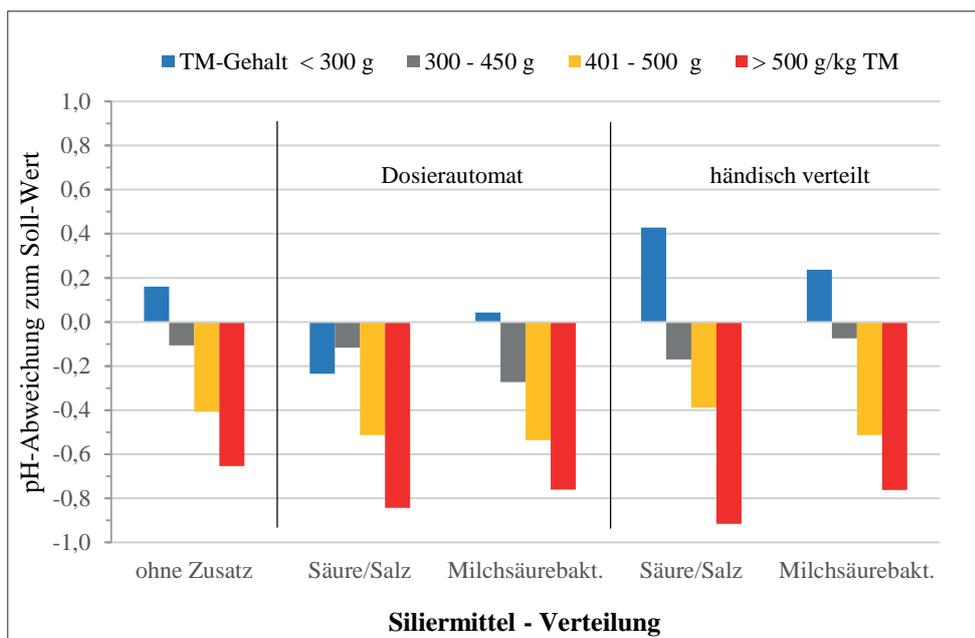


Abbildung 15: Wirkung von Silierzusätzen auf die pH-Absenkung im Vergleich zum Soll-pH, in Abhängigkeit von Verteilung und TM-Gehalt (LK-Silageprojekt 2003-2020)

Tabelle 5: Effekt von Siliermittelanwendung, -verteilung und -formulierung auf Buttersäure und Clostridien in Grassilagen (LK-Silageprojekt 2020)

| Parameter | Siliermittelanwendung | | | Siliermittel Verteilung | | Siliermittel Formulierung | |
|-------------------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|----------|---------------------------|------------|
| | keine | Säure/Salz | MSB** | automatisch | händisch | flüssig | streufähig |
| Buttersäure [g/kg TM] | 11,5 | 10,9 | 7,1 | 9,6 | 14,0 | 6,7 | 9,6 |
| Clostridien* [KBE/g FM] | 750 | 422 | 525 | 741 | 1.445 | 646 | 1.585 |

*präsumtive sulfitreduzierende Clostridien; **MSB = Milchsäurebakterien

GLM: TM 459 g/kg FM, XP 151 g, NDF 459 g, XA 101 g/kg TM

senkten den Buttersäuregehalt im Durchschnitt um 2 g tiefer ab. Auch die psC wurden mit Hilfe flüssiger Siliermittel deutlich abgesenkt (Tabelle 5).

Zum Einsatz von Silierhilfsmitteln bei Grassilagen lässt sich zusammenfassend sagen, dass ein messbarer Gärerfolg mit einem Dosierautomaten und flüssiger Produktformulierung, sprich professioneller Anwendung, bei TM-Gehalten über 300 g/kg FM erwartet werden kann. Es muss erwähnt werden, dass der Siliermitteleinsatz Fachwissen zu Fragen der Wirkungsweise von Produkten auf verschiedene Futterpflanzen (Silierbarkeit, TM-Bereich u.a.) und deren optimaler Anwendung erfordert. Kosten/Nutzen des Siliermitteleinsatzes sollte sich aus wirtschaftlicher Sicht zu Gunsten des Nutzens verlagern, damit sich der Aufwand rechnet.

3.1.7 Einfluss der überbetrieblichen Arbeit

Im LK-Silageprojekt 2020 wurde im Fragebogen die Fremdarbeit im Prozess der Konservierung von Grassilage abgefragt, um erstmals deren Größenordnung einstufen zu können. In Tabelle 6 kommt klar zum Ausdruck, dass die Mahd- und Schwadarbeit in der

Tabelle 6: Eigen- und Fremdarbeit bei der Grassilagebereitung und dessen Einfluss auf Buttersäure und Clostridien (LK-Silageprojekt 2020)

| Tätigkeit | Management | n | Flachsilo | | | Ballensilage | | | |
|---|-----------------------|-----|------------|-----------------------|--------------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------------------|
| | | | Anteil [%] | Buttersäure [g/kg TM] | Clostridien* [KBE/kg FM] | n | Anteil [%] | Buttersäure [g/kg TM] | Clostridien* [KBE/kg FM] |
| Mähen | Eigenmechanisierung | 336 | 89,1 | 12,4 | 651 | 237 | 92,6 | 8,8 | 516 |
| | Fremdarbeit | 23 | 6,1 | 12,4 | 611 | 15 | 5,9 | 4,4 | 305 |
| | Kombination E + F | 18 | 4,8 | 16,3 | 717 | 4 | 1,6 | 7,5 | 871 |
| Schwaden | Eigenmechanisierung | 338 | 86,0 | 12,4 | 681 | 247 | 91,8 | 9,6 | 597 |
| | Fremdarbeit | 36 | 9,2 | 11,3 | 760 | 20 | 7,4 | 5,5 | 380 |
| | Kombination E + F | 19 | 4,8 | 13,9 | 684 | 2 | 0,7 | 6,9 | 409 |
| Ernte | keine Fremdarbeit | 159 | 41,6 | 13,0 | 754 | 101 | 39,9 | 9,3 | 526 |
| | 1 - 25 % Fremdarbeit | 53 | 13,9 | 10,0 | 435 | 58 | 22,9 | 11,5 | 831 |
| | 26 - 50 % Fremdarbeit | 94 | 24,6 | 12,3 | 840 | 45 | 17,8 | 8,7 | 954 |
| | 51 - 80 % Fremdarbeit | 18 | 4,7 | 13,5 | 542 | 7 | 2,8 | 9,3 | 709 |
| | > 80 % Fremdarbeit | 58 | 15,2 | 11,5 | 737 | 42 | 16,6 | 8,6 | 662 |
| Summe sämtlicher Arbeiten zur Futterkonservierung | keine Fremdarbeit | 241 | 62,8 | 12,4 | 647 | 123 | 47,3 | 9,1 | 574 |
| | 1 - 25 % Fremdarbeit | 34 | 8,9 | 12,8 | 707 | 46 | 17,7 | 10,5 | 797 |
| | 26 - 50 % Fremdarbeit | 77 | 20,1 | 12,0 | 629 | 42 | 16,2 | 8,8 | 888 |
| | 51 - 80 % Fremdarbeit | 11 | 2,9 | 11,5 | 1.448 | 6 | 2,3 | 7,7 | 527 |
| | > 80 % Fremdarbeit | 21 | 5,5 | 11,7 | 542 | 43 | 16,5 | 8,9 | 625 |

GLM-Fahrsilo: TM 369 g/kg FM, XP 150 g, NDF 449 g, XA 98 g/kg TM; GLM-Ballensilage: TM 398 g/kg FM, XP 143 g, NDF 446 g, XA 97 g/kg TM

*präsumtive sulfitreduzierende Clostridien

Praxis zum überwiegenden Teil von rund 90 % durch betriebseigene Maschinen abgedeckt wurde. Die Ernte des Futters betraf die Abfuhr des Erntegutes bis zum Silo bzw. die Ballenpressung, welche nur mehr bei 40 % der Befragten ohne fremde Gerätschaften erledigt wurde. Somit nahmen die meisten Betriebe unabhängig vom Siliersystem externe Unterstützung im Ausmaß zwischen 1 bis 100 % bei der Abfuhr des Erntegutes in Anspruch. Etwa 20 % der Betriebe organisierten immerhin mehr als 50 % der Silierarbeit über externe Ressourcen.

Eine Bewertung sämtlicher Arbeiten von der Mahd bis zum luftdichten Siloabschluss ergab, dass bei Flachsilos 63 % der Grassilagen und bei Ballensilagen 47 % ausschließlich über Eigenleistungen erledigt wurden. Mit Hilfe der statistischen Auswertung (GLM) wurde erstmals eine Verbindung zwischen der Silagequalität und der Eigen-/Fremdarbeit berechnet. Die Ergebnisse in *Tabelle 6* zeigen für Flachsilos bzw. Ballensilagen gewisse Differenzen bei Buttersäuregehalten bzw. psC in den Vergleichsgruppen. Im Bereich Ernte konnten keine Tendenzen durch mehr oder weniger Fremdarbeit bei Buttersäure oder Clostridien beobachtet werden. Die Differenzen waren statistisch gesehen zufällig. Es werden weitere Befragungen und Untersuchungen nötig sein, um aufgetretene Differenzen bestätigen zu können.

3.1.8 Schlussfolgerungen zur Grassilagequalität 2020

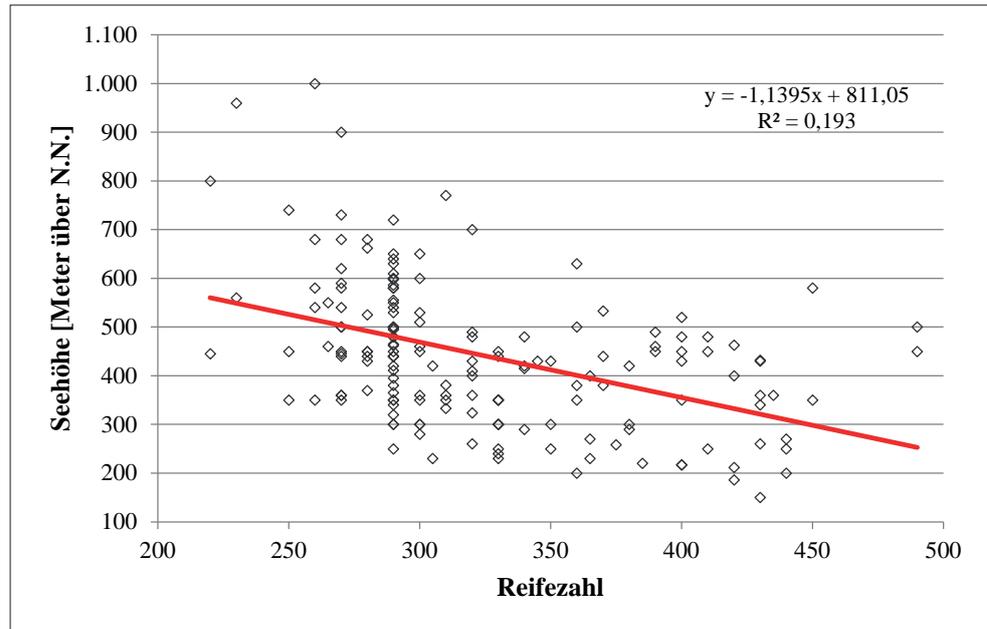
Das Grassilagejahr 2020 war in punkto Gärverlauf außergewöhnlich, weil im Durchschnitt deutlich mehr Gärsäuren gebildet wurden und die pH-Absenkung dennoch suboptimal verlief. Die wahrscheinlich langsamere pH-Absenkung führte zu höheren Buttersäuregehalten, mehr Eiweißabbau und damit zu schlechterer Gärqualität als in Vergleichsjahren. Tendenziell wiesen Grassilagen mit höheren Buttersäuregehalten auch erhöhte Keimzahlen bei den präsumtiven sulfitreduzierenden Clostridien (psC) auf. Eine Verbesserung der Gärqualität konnten nur jene Betriebe erreichen, welche die Gärungsgeschwindigkeit durch effektives Management beschleunigen konnten.

Unter Ausschaltung begleitender Faktoren konnten mit der GLM-Statistik folgende qualitätsverbessernde Maßnahmen identifiziert werden: Die Verkürzung der Futterpartikellänge mit dem Feldhäcksler zeigte den besten Effekt gegenüber der Clostridienvermehrung. Silierhilfsmittel mit Dosierautomat in flüssiger Form appliziert konnten Buttersäuregehalte und Clostridien-Keimzahlen deutlich absenken. Die bodennahe Gülleausbringung über den Schleppschuh reduzierte Buttersäure und psC um die Hälfte gegenüber dem Prallkopf-Verteiler. Die Verwendung eines Mähaufbereiters brachte eine Verkürzung der Feldphase und damit eine günstigere Milchsäuregärung. Verschmutzungsfreies Siliergut senkte psC deutlich. Eine Anwelkung über 300 g/kg FM und Gerüstsubstanzengehalte unter 490 g NDF/kg TM bzw. unter 310 g ADF/kg TM, sowie eine ausreichende Lagerungsdichte verringerten das Risiko der Clostridienvermehrung ebenfalls und müssen als Teil der elementaren Silierregeln unbedingt eingehalten werden, um den Gärerfolg zu wahren.

3.2 Maissilagequalitäten in Österreich

Silomais gewinnt in Österreich an Bedeutung (BMLRT 2020), das hängt wahrscheinlich auch mit den steigenden Temperaturen als Folge des Klimawandels zusammen. Der Anteil von Maissilage am Grundfutter (inkl. Wirtschaftswiesen mit 2 und mehr Nutzungen, Feldfutterbau) betrug 2019 insgesamt 23 %. Im LK-Silageprojekt 2020 nahmen 46 % Milchkuhbetriebe und 43 % Mastbetriebe teil, der Rest entfiel auf Mutterkuhbetriebe und andere. Die Fragebogendaten ergaben, dass Silomais auf durchschnittlich 7,6 ha/Betrieb von 150 bis 1.000 m Seehöhe angebaut wurde (*Abbildung 16*). Die Reifezahlen der angebauten Maissorten reichten bei Vorlage für Milchkühe und auch für Masttiere von 220 bis 490. Die Abnahme um 10 m Seehöhe bewirkte im Durchschnitt die Erhöhung der Reifezahl um 11,4 Punkte. Am Beispiel der Reifezahl 290 ist ersichtlich, dass deren Anbau von 250 bis über 700 m Seehöhe reichte. Die Anbauzeit erstreckte sich von

Abbildung 16: Beziehung Reifezahl und Seehöhe bei Maissilagen in Österreich (LK-Silageprojekt 2020)



4. April bis 26. Mai 2020. Ein Landwirt baute erst am 15. Juni an. Im Jahr 2020 traten verhältnismäßig geringe Schäden auf. Ein Teilnehmer mit 60 % Hagelschaden und ein weiterer Teilnehmer mit 40 % Trockenschäden. Keine Schäden an den Maiskulturen verzeichneten 65 % der Teilnehmer.

Bei der Silomaisernnte wurden vorwiegend 6 bis 8-reihige Häcksler (min. 1 bis max. 11-Reiher) verwendet. Die durchschnittliche Häckselhöhe betrug 27 cm (10 bis 80 cm). Für den Kornaufschluss setzten 83 % Corncracker ein, der Anteil an Shredlage® betrug 9 % im Jahr 2020. Der Anteil an Reibplatten für den Kornaufschluss ging gegenüber 2016 von 30 % auf 8 % zurück. Mit dem Kornaufschluss waren 21 % der Maisproduzenten nicht ganz zufrieden, wobei nur 2 Teilnehmer einen mäßigen Aufschluss mit 11-25 % nicht aufgeschlossenen Körnern angaben. In der Häcksellänge waren 14 % der Maissilagen über 10 mm, 61 % von 5-10 mm und 25 % unter 5 mm.

Externe Maschinen wurden durchschnittlich bei 62 % der Teilnehmer in der Maisernte eingesetzt, wobei 16 % voll eigenmechanisiert und 32 % völlig auf fremde Hilfe über Lohnunternehmer oder Maschinenring angewiesen waren. Die Arbeit am Silo (Verteilung, Verdichtung) wurde mit durchschnittlich 34 % betriebsfremder Leistungen bestritten. Insgesamt 46 % der Betriebe verteilten und verdichteten das Siliergut mit eigenen Arbeitskräften und Maschinen, während 14 % diese Arbeiten komplett an Dienstleister übergaben.

3.2.1 TM-Gehalt und Kohlenhydratfraktionen

Den Erntezeitpunkt von Silomais bestimmt die Kolbenreife und das Abreifeverhalten der Pflanze (AMLER 2009). Mitte bis Ende der Teigreife der Körner soll der TM-Gehalt der Gesamtpflanze den Orientierungsbereich von 300 bis 370 g TM/kg FM erreichen und einen Stärkeanteil über 300 g/kg TM aufweisen (DLG 2012). In diesem Reifestadium weist die Gesamtpflanze etwa einen ADF-Anteil (Zellulose + Lignin) von 200 bis 230 g/kg TM auf. Im Jahr 2020 enthielten 83 % der eingesendeten Maissilagen Stärkegehalte über 300 g/kg TM auf. Im Vergleichsjahr 2016 betrug der Anteil 90 %.

Im suboptimalen TM-Bereich unterhalb von 300 g/kg FM sind Gärtaftverluste zu erwarten. Dort befanden sich 9 % der Maissilagen im Jahr 2020, um 4 % weniger als 2016 (Abbildung 17). In der Tendenz hatten die zu feuchten Maissilagen zu wenige Tage vom Anbau bis zur Ernte zur Verfügung bzw. die Temperatursummen waren zu gering.

Tabelle 7: Allgemeine qualitative Situation von Maissilagen in Österreich (FML Rosenau 2009-2019; LK-Silageprojekt 2020)

| Parameter | Projektjahre Mittelwerte | | | Deskriptive Statistik | | | Datenverteilung | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------|--------------|-----------------------|------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2009- 2012 | 2016- 2019 | 2020 | \bar{x} | SD | n | Quartil Median Quartil | | | | |
| | | | | | | | min | 25 | 50 | 75 | max |
| Trockenmasse [g/kg FM] | 355,0 | 366,1 | 351,2 | 360,1 | 51,6 | 3.078 | 225 | 332 | 357 | 378 | 533 |
| Rohprotein [g/kg TM] | 70,8 | 72,2 | 65,2 | 71,0 | 7,2 | 3.077 | 54 | 63 | 67 | 72 | 91 |
| nXP [g/kg TM] | 129,1 | 131,1 | 129,2 | 130,0 | 3,4 | 3.077 | 123 | 128 | 130 | 132 | 138 |
| RNB [g/kg TM] | -9,3 | -9,4 | -10,2 | -9,3 | 1,5 | 3.077 | -12 | -11 | -10 | -9 | -7 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 421,5 | 383,8 | 371,4 | 385,1 | 34,0 | 794 | 283 | 361 | 378 | 397 | 450 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 240,9 | 220,6 | 213,1 | 221,0 | 23,3 | 793 | 165 | 203 | 216 | 227 | 272 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 34,0 | 27,6 | 25,3 | 27,8 | 4,9 | 793 | 18 | 25 | 26 | 29 | 39 |
| Rohfaser [g/kg TM] | 193,4 | 183,9 | 182,1 | 188,5 | 23,7 | 3.077 | 151 | 172 | 182 | 194 | 234 |
| Rohfett [g/kg TM] | 29,4 | 32,5 | 31,8 | 30,9 | 3,2 | 3.077 | 27 | 31 | 32 | 33 | 38 |
| Rohasche [g/kg TM] | 36,3 | 34,4 | 34,9 | 35,4 | 5,5 | 3.077 | 24 | 31 | 33 | 37 | 62 |
| Stärke [g/kg TM] | 331,2 | 347,2 | 337,5 | 344,8 | 42,6 | 1.518 | 212 | 320 | 344 | 371 | 443 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | | 74,3 | 74,4 | 74,3 | 1,3 | 1.513 | 71,1 | 73,6 | 74,4 | 75,0 | 76,3 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | 10,84 | 11,01 | 10,99 | 10,92 | 0,28 | 3.077 | 10,4 | 10,89 | 11,02 | 11,14 | 11,42 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | 6,55 | 6,66 | 6,66 | 6,60 | 0,21 | 3.077 | 6,23 | 6,57 | 6,67 | 6,76 | 6,97 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 0,4 | 1.302 | 1,4 | 1,8 | 2 | 2,2 | 3,8 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 0,3 | 1.302 | 0,2 | 1,8 | 1,95 | 2,1 | 3,1 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | 1,4 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 0,3 | 1.302 | 0,5 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 5,8 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | 7,9 | 8,6 | 9,0 | 8,3 | 1,5 | 1.302 | 1,2 | 8,1 | 9,0 | 9,9 | 15,2 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | 0,14 | 0,13 | 0,16 | 0,14 | 0,09 | 1.302 | 0,05 | 0,12 | 0,16 | 0,18 | 1,42 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | 92 | 107 | 95 | 103 | 52 | 484 | 52,3 | 69 | 82 | 111 | 700 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | 27 | 23 | 24 | 24 | 10 | 692 | 8,2 | 17,0 | 21,1 | 27,1 | 71,3 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | 27 | 21 | 18 | 22 | 36 | 692 | 10,1 | 16,1 | 18,2 | 21,1 | 38,8 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | 4,4 | 4,7 | 4,3 | 4,5 | 0,9 | 692 | 3 | 4,0 | 4,1 | 5,1 | 8,1 |
| pH-Wert | 3,82 | 3,78 | 3,84 | 3,8 | 0,2 | 682 | 3,4 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,6 |
| Milchsäure [g/kg TM] | 49,9 | 40,0 | 63,4 | 49,5 | 41,4 | 1.125 | 16 | 53,9 | 60,8 | 69,4 | 158,3 |
| Essigsäure [g/kg TM] | 16,6 | 10,2 | 17,4 | 14,3 | 11,4 | 1.125 | 3,7 | 11,0 | 13,1 | 16,9 | 85,5 |
| Propionsäure [g/kg TM] | - | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 682 | 0 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | 14,7 |
| Buttersäure [g/kg TM] | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 0,5 | 1,1 | 1.125 | 0 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 5,1 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | 67,0 | 51,0 | 82,0 | 60,9 | 30,1 | 682 | 21,6 | 67,5 | 77,1 | 87,4 | 196,6 |
| Ethanol [g/kg TM] | - | 8,8 | 16,0 | 11,1 | 9,0 | 682 | 1,5 | 8,4 | 13,05 | 18,6 | 104,1 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | 9,0 | 7,3 | 6,6 | 7,1 | 2,0 | 682 | 2,7 | 5,7 | 6,6 | 7,5 | 16 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | 97,4 | 98,5 | 98,8 | 98,6 | 4,5 | 682 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | 190,1 | 206,2 | 228 | | | | 83,0 | 179,0 | 210,8 | 251,0 | 356,9 |

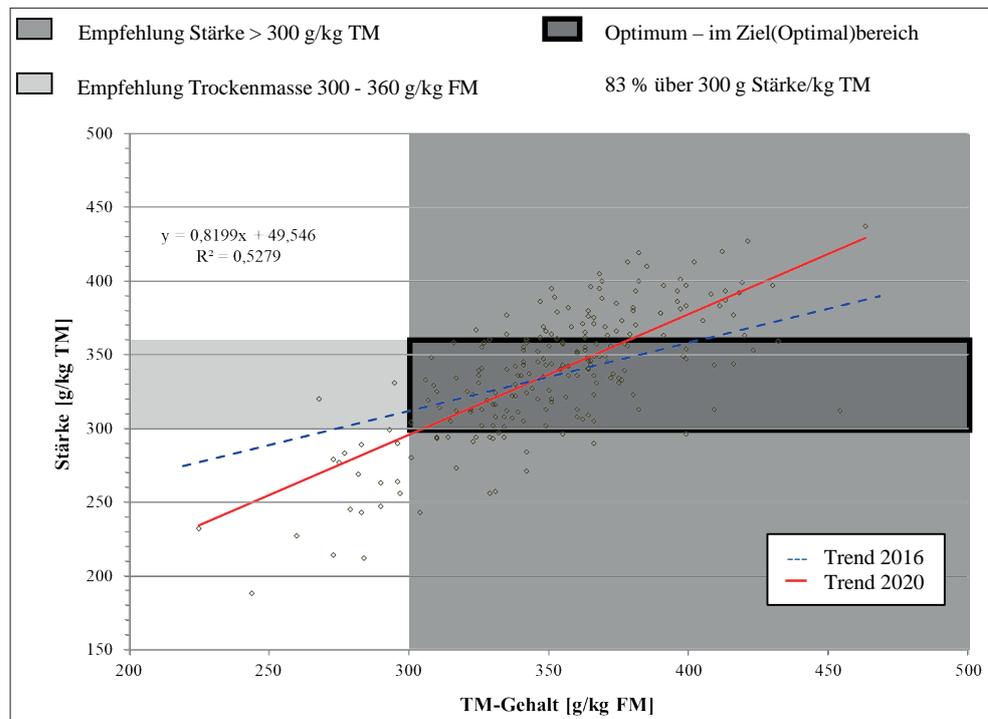
*Gerüstsubstanzen der Jahre 2009-2012 nur von 6,5 % der Proben vorhanden

Nach BUZZI et al. (2020) sollte sich die Sortenwahl nach den regional erreichbaren Temperatursummen orientieren. Der empfohlene TM-Bereich wurde von 27 % der Proben überschritten, diese wiesen einen höheren Reifegrad bzw. höheren Kolbenanteil auf. Hohe TM-Gehalte erhöhen das Risiko von Nacherwärmungen nach Siloöffnung beträchtlich.

Die Gerüstsubstanzen sind ein großer Teil der Zellwände. Deren Verdaulichkeit hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Restpflanzenverdaulichkeit und somit auf die Energie der Maissilage. Andererseits sind Gerüstsubstanzen für Wiederkäuer wichtige Strukturbestandteile für die Wiederkauaktivität (GRUBER et al. 2018). Seit 2016 wurden auch bei Maissilagen in Österreich vermehrt Gerüstsubstanzen untersucht. Der ADF-Orientierungsbereich wurde 2020 von 60 % der Teilnehmer eingehalten, 23 % enthielten weniger als 200 g ADF und 13 % mehr als 230 g ADF/kg TM (Abbildung 18). Im Vergleichszeitraum 2009 bis 2012 betrug der ADF-Mittelwert 241 g/kg TM gegenüber 213 g/kg TM im Jahr 2020. Im aktuellen Projekt wiesen nur 6 % der Proben erhöhte ADF-Gehalte bei gleichzeitig zu niedrigen TM-Gehalten unter 300 g/kg FM auf, jener Silomais mit unzureichender Reife bzw. zu früher Ernte oder ungünstiger Wetterbedingungen (Trockenheit, Nässe, Kälte). Andererseits wurden 16 % der untersuchten Maisproben bei hoher Reife geerntet, d.h. ADF-Gehalte unter 200 g/kg TM und TM-Gehalte über 360 g/kg FM. Der in Österreich festgelegte NDF-Orientierungswert von 390 bis 435 g/kg TM dürfte nach den aktuellen Untersuchungen nicht mehr zu halten sein. Eine Verschiebung auf 350 bis 410 g NDF/kg TM wäre empfehlenswert (Abbildung 19), das würde auch etwa der Empfehlung der DLG (2012) entsprechen.

Die abnehmende Entwicklung betrifft auch das Lignin (ADL), welches im aktuellen Projekt mit durchschnittlich 25 g/kg TM enthalten war. Im Zeitraum 2009 bis 2012 lagen die ADL-Gehalte noch auf 34 g/kg TM, also um 9 g höher (Abbildung 19). Diese Verbesserung dürfte die OM-Verdaulichkeit um 1 % und die Energiedichte um ca. 0,1 MJ NEL/kg TM erhöhen (Abbildung 19). In der Praxis erreichten 2009 bis 2012 nur 47 % der Maissilagen dieses Ziel, während 2020 insgesamt 77 % weniger als 30 g Lignin/kg TM enthielten. In Milchviehversuchen von TERLER et al. (2017) führte beispielsweise eine um 1 % verringerte Pansenabbaubarkeit bei Maissilage zu einem Rückgang der Futteraufnahme um 0,35 kg TM und zu einer sinkenden Milchleistung von 0,7 Liter pro Kuh und Tag.

Abbildung 17: Beziehung TM- und Stärkegehalt von Maissilagen (LK-Silageprojekt 2020)



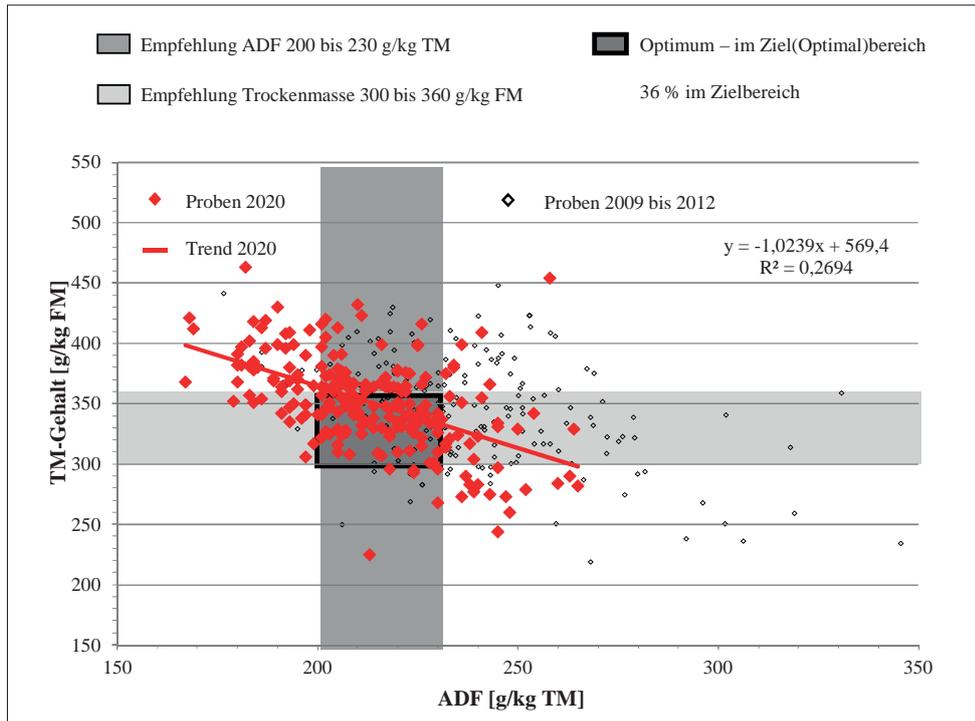


Abbildung 18: TM- und ADF-Gehalt von Maissilagen in Österreich (FML Rosenau 2009-2012, LK-Silageprojekt 2020)

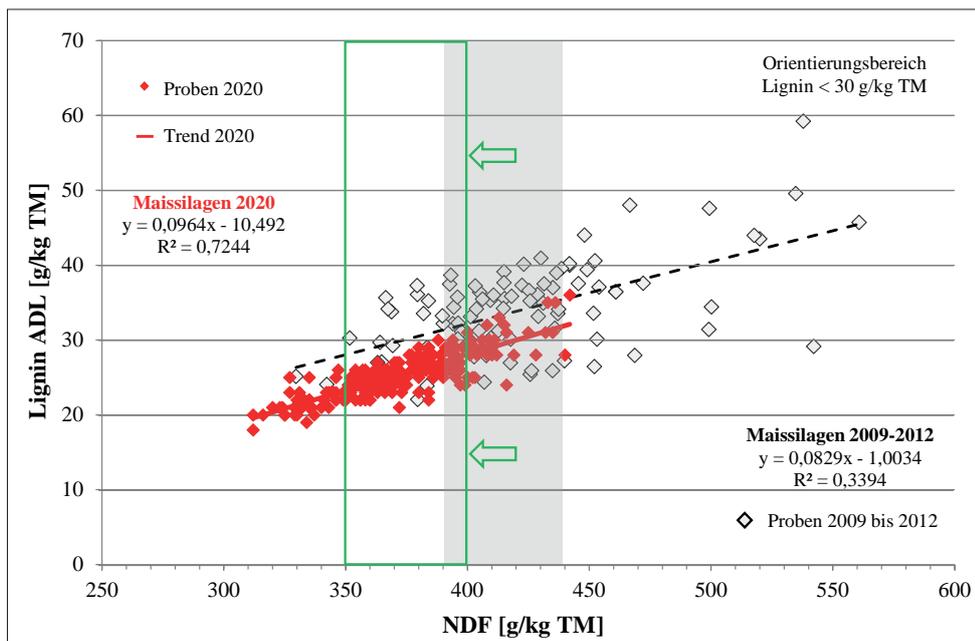


Abbildung 19: NDF- und Lignin-Gehalt von Maissilagen in Österreich (FML Rosenau 2009-2012, LK-Silageprojekt 2020)

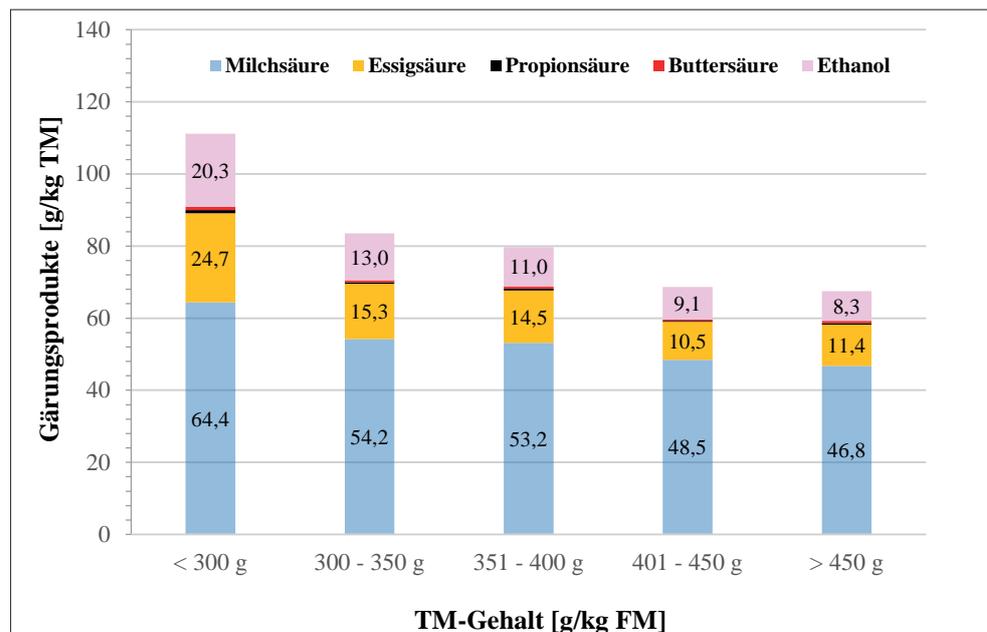
3.2.2 Gärprodukte in Maissilagen

Silomais ist eine leicht fermentierbare Futterpflanze mit geringer Pufferkapazität (WEISSBACH 1977). Die hohe Säuerungsgeschwindigkeit führt in der Praxis meist zu sehr guten Gärqualitäten. Im Jahr 2020 erreichten 89 % der Teilnehmer 100 Punkte in der DLG-Qualitätsbewertung (DLG 2012) und damit die beste Einstufung. Im aktuellen Projektjahr 2020 wurden ähnlich wie bei den Grassilagen mehr Gärsäuren gebildet als in früheren Untersuchungsjahren (Abbildung 20). In der Zusammensetzung der Gärungsprodukte dominierte die Milchsäure, gefolgt von Essigsäure und Ethanol. Propion- und Buttersäure waren in Maissilagen kaum von Bedeutung (Tabelle 7). Nur 4 % der Maissilagen wiesen mehr als 3 g Buttersäure/kg TM (max. 5,1 g/kg TM) auf. Essig- und Ethanolgehalte

sind eine wichtige Informationsquelle hinsichtlich Schwachstellen im Gärverlauf. Der Orientierungswert für Essigsäure beträgt 10 bis 25 g/kg TM. Eine Unterschreitung tritt bei hohen TM-Gehalten auf und signalisiert verringerte aerobe Stabilität. Davon waren 2020 nur 8 % der Maissilagen betroffen. Die Überschreitung kann zu Defiziten in der Futteraufnahme führen (EISNER 2007), insbesondere wenn die Gehalte mehr als 55 g/kg TM betragen (HOFFMANN 2021) – das betraf 3 % der Proben im Jahr 2020. Im Durchschnitt waren die Ethanolgehalte im Jahr 2020 signifikant höher als in früheren Jahren (Tabelle 7). Der Orientierungswert für Ethanol soll 10-15 g/kg TM nicht überschreiten. Hier kam es 2020 bei 70 % der Maissilagen zu höheren Gehalten, wobei 5 % über 30 g Ethanol/kg TM (max. 104,1 g/kg TM) aufwiesen. Ethanol ist ein Produkt der alkoholischen Gärung, welche hauptsächlich durch Hefepilze passiert. Hefen sind maßgeblich für Nacherwärmungen nach Siloöffnung verantwortlich, daher ist deren Entwicklung zu Beginn der Fermentation nicht erwünscht. Hohe Ethanolgehalte sind somit auch ein Indikator für ein gewisses Risiko in punkto aerobe Stabilität der Maissilage. So gesehen tragen Maissilagen im Jahr 2020 ein höheres Verderbrisiko. Der Anteil an überbetrieblicher Arbeit bei der Maisernte bzw. bei Verteilung/Verdichtung am Silo hatte nur einen zufälligen Effekt auf die Gärqualität.

In Maissilagen war im Jahr 2020 mit durchschnittlich 65 g/kg TM genauso wenig Rohprotein vorhanden als im Projektjahr 2016. In der Tendenz nahmen die Proteingehalte bei Maissilagen ab, wodurch die Eiweißlücke im Pansen (ruminale N-Bilanz) höher wurde (Tabelle 7). Bei der Gärung wird Protein teilweise zu Ammoniak (NH₃) abgebaut, im LK-Silageprojekt 2020 machte dieser Anteil 6,6 % des gesamten Stickstoffs aus. Aus der Sicht des DLG-Empfehlungswertes für Ammoniak in Silagen kleiner 8 % würde die Situation als in Ordnung befunden werden. Aus den Projektdaten wurde ersichtlich, dass der Proteinabbau mit zunehmendem TM-Gehalt der Maissilagen von 6,2 auf 9 % anstieg. Die Ergebnisse aus dem LK-Silageprojekt und anderer Maissilageuntersuchungen haben gezeigt, dass Maissilagen auch im TM-Bereich bis 400 g TM/kg FM sehr gut vergärten und ausreichende Essigsäuregehalte erzielen konnten, daher ist auch prinzipiell gute Haltbarkeit zu erwarten. Eine Anpassung des TM-Orientierungsbereiches für Maissilagen auf 300 bis 400 g TM/kg FM wäre zu diskutieren, sofern der Vorschub angemessen ist. Zur Sicherung der aeroben Stabilität von Maissilagen über 400 g TM/kg FM sollte der Einsatz von Silierzusätzen der Wirkungsrichtung Verbesserung der aeroben Stabilität (organische Säuren wie z.B. Propion-, Ameisen-, Sorbin- oder Benzoesäure; heterofermentative Milchsäurebakterien) zumindest im oberen Drittel des Silos empfohlen werden.

Abbildung 20: Gärprodukte von Maissilagen in Abhängigkeit des TM-Gehaltes (LK-Silageprojekt 2020)



3.2.3 Partikellänge und Kornaufschluss

Die Abfrage der Häcksellänge ergab, dass 25 % der Maissilagen mit unter 5 mm gehäckselt wurden. Betriebe mit hohem Anteil an Maissilage in der Ration sollten darüber hinaus die physikalisch effektive NDF (peNDF) mit Hilfe der Schüttelbox ermitteln, weil bei Partikellängen unter 4 mm kaum Strukturwirkung für den Wiederkäuer zu erwarten ist (TIEFENTHALLER und WURM 2018). Der überwiegende Anteil von 61 % der Proben wurde von 5 bis 10 mm gehäckselt. Der Rest von 14 % der Proben entfiel auf längere Häckselung bis über 20 mm. Von diesen Proben mit mehr längeren Partikeln wurde die Hälfte mittels Shredlage®-Häcksler verarbeitet. Shredlage® brachte bei der Verdichtung 10 % geringere Lagerungsdichten zustande als konventionell gehäckselter Silomais mit 7 mm Partikellänge (PRIES und BOTHE 2016). In der GLM-Statistik konnte unter konstanten Nährstoffgehalten eine tendenziell intensivere Gärung bei längeren Partikeln festgestellt werden. Konkret wurden 10 g mehr an Gärsäuren (5 g Milchsäure und 5 g Essigsäure/kg TM) bei Partikellängen über 15 mm im Vergleich zum Kurzhäckselgut gebildet. Die Ethanolgehalte stiegen von 14 auf 20 g/kg TM und der NH_3 -Anteil an N_{total} von 6 auf 8 %. In einem Vergleichsversuch verschiedener Mais-Erntetechniken wiesen WYSS und PRADERVAND (2019) nach, dass bei Shredlage® und Powermais weniger Milch- und Essigsäure gebildet wurden als bei konventioneller Erntetechnik.

Der Aufschluss der Maiskörner ist für die möglichst hohe Verwertung der Stärke bis zum Dünndarm entscheidend. Die Stärke von nicht aufgeschlossenen Maiskörnern kann im Mastdarm zu unerwünschten Nachgärungen führen oder die ganzen Körner finden sich ungenutzt im ausgeschiedenen Kot wieder (LEHNER et al. 2020). Im LK-Silageprojekt 2020 wurde für 79 % der Proben ein optimaler Kornaufschluss angegeben. Aufgrund der Tatsache, dass durch die Probenvorbereitung der gesamte Stärkeanteil untersucht wurde, konnte aus den Daten kein negativer Einfluss des Kornaufschlusses auf die Futterqualität der Maissilage nachgewiesen werden. Der Kornaufschluss zeigte nur zufällige Differenzen hinsichtlich Gärqualität.

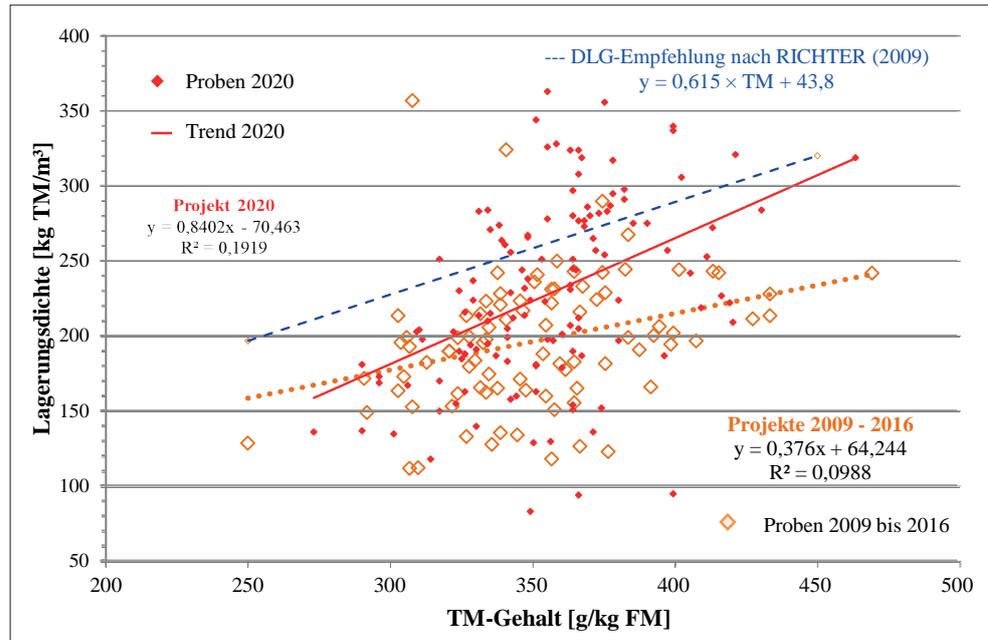
3.2.4 Verdichtung

In Österreich betrug 2020 der durchschnittliche Siloraum bei Maissilagen 509 m³, im Vergleich zu 308 m³ im Jahr 2009. Die Teilnehmerschaft 2020 verfügte somit um durchschnittlich 65 % mehr Siloraum. Die größten Kubaturen wurden in Flachsilos konserviert, die geringsten Mengen in Hoch-/Tiefsilos. Die Schlagkraft der Maisernte nahm tendenziell zu, da 2009 rund 53 m³/h einsiliert wurden und 2020 immerhin 78 m³/h, d.h. fast um die Hälfte mehr in der gleichen Zeit (Tabelle 8). Zu je 40 % wurde das Erntegut mittels Abschiebewagen oder Kipper angeliefert und bei 74 % der Teilnehmer mit Front-/Radlader verteilt und auf eine mittlere Lagerungsdichte von 228 kg TM/m³ verdichtet. Es wurden umgerechnet 51 Tonnen FM/h angeliefert. Das Walzfahrgewicht betrug aktuell durchschnittlich 10,5 Tonnen, um 1 Tonne mehr als bei den Grassilagen. Das empfohlene Mindestwalzgewicht von einem Drittel der FM-Anlieferung/h beträgt 17 Tonnen. Dieses Walzgewicht wurde im Schnitt nicht erreicht, es war um 6,5 Tonnen zu gering.

Tabelle 8: Faustzahlen für Siliersysteme bei Maissilagen (LK-Silageprojekte 2009-2020)

| Management-Parameter | 2020 | | 2009 bis 2020 | | Flachsilo | Silohaufen | Hoch-/Tiefsilo | Schlauch/Tunnel |
|---|-----------|-----------|---------------|-----|-----------|------------|----------------|-----------------|
| | \bar{x} | \bar{x} | SD | n | | | | |
| Siloraum [m ³] | 509 | 422 | 348 | 303 | 446 | 331 | 71 | 327 |
| Füllgeschwindigkeit [m ³ /h] | 78 | 67 | 42 | 294 | 69 | 60 | 24 | 79 |
| Walzgewicht [t] | 10,5 | 9,2 | 5,0 | 306 | 9,3 | 8,6 | | |
| Ballendurchmesser [cm] | 123,8 | 122,8 | 4,46 | 16 | | | | |
| Pressleistung [m ³ /h] | 18,5 | 18,1 | 0,89 | 6 | | | | |

Abbildung 21: Lagerungsdichte von Maissilagen in Abhängigkeit des TM-Gehaltes (LK-Silageprojekte 2009 bis 2020)



Die Lagerungsdichte (GLM-Mittelwert 231 kg TM/m³) wurde am stärksten durch Walzgewicht und TM-Gehalt beeinflusst. Die Zunahme um 10 g TM erhöhte die Lagerungsdichte um 6,1 kg TM/m³ und 1 Tonne mehr Walzgewicht brachte 3,3 kg mehr TM/m³. Die Häcksellänge hatte ebenfalls einen signifikanten Effekt auf die Verdichtung – siehe unter Punkt 3.2.3. Im Durchschnitt konnten die empfohlenen Lagerungsdichten nach RICHTER (2009) im Jahr 2020 nicht erreicht werden, obwohl diese deutlich besser waren als in früheren Projektjahren (Abbildung 21). Das Verdichtungsdefizit war in der Praxis bei feuchten Maissilagen größer als bei höheren TM-Gehalten. Angesichts von steigender Schlagkraft und damit verbundenem Zeitdruck für abladen, Verteilung und Walzarbeit passt ein gewisses Verdichtungsdefizit zur gängigen Praxis. Geringere Verdichtung bedeutet mehr Porenvolumen und rascherer Lufteintritt nach Siloöffnung, wodurch sich die Haltbarkeit der Maissilage tendenziell verschlechtert.

3.2.5 Nacherwärmung und Schimmelbildung

Maissilage ist aufgrund des hohen Stärkegehaltes eine leicht verderbliche Futterkonserven, daher muss Nacherwärmung und Schimmelbildung aus futterhygienischer Sicht mit allen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten verhindert werden. Nach DLG (2012) beginnen Nacherwärmungen etwa ab einer Silagetemperatur von 20 °C bzw. einer Temperaturerhöhung um 2 bis 3 °C gegenüber der Situation bei der Entnahme problematisch zu werden. Im LK-Silageprojekt 2020 wurden 58 Temperaturmessungen durchgeführt, davon waren 19 % bei 20 °C und darüber (max. 27 °C). Im Projektjahr 2016 hatten 33 % der Maissilagen diesen Wert von 20 °C leicht überschritten, d.h. die allgemeine Situation zum Zeitpunkt der Probenahme war im aktuellen Projekt vergleichsweise günstiger.

Nach WYSS und PRADERVAND (2017) sollte Maissilage mindestens 8 bis 10 Wochen vergären, damit die volle mikrobiologische Stabilität und Haltbarkeit erreicht wird. Zum Zeitpunkt der Beprobung hatten bereits 57 % der Teilnehmer 2020 die Maissilage für die Fütterung geöffnet. Von jenen Betrieben die den Maissilo bereits offen hatten wurde der Silo in 81 % der Fälle vor 6 Wochen Gärdauer aufgemacht und 18 % dieser Betriebe öffnete nach nicht einmal 2 Wochen Gärdauer. Die Aussagen zur Öffnung im Jahr 2020 decken sich mit jenen von 2016 (RESCH 2017). In punkto Schimmel gaben 12 % der Teilnehmer an, dass sie leichte Probleme mit Rand- bzw. Oberflächenschimmel und 2 % mit blauen oder roten Schimmeln in der Maissilage hatten.

Ein Maissilo sollte von der Anschnittfläche her so ausgelegt sein, dass in einer Woche ein Vorschub von mindestens 150 cm im Winter und über 250 cm im Sommer erreicht werden (DLG 2012). Im LK-Silageprojekt 2020 erreichten 85 % der Teilnehmer nicht das Ziel von 150 cm Vorschub/Woche, 49 % der Teilnehmer hatten weniger als 100 cm Vorschub/Woche (70 % 2016) und 9 % sogar unter 50 cm/Woche (10 % 2016). Die Anschnittflächen der beprobten Maissilagen waren im Durchschnitt zu groß dimensioniert, wodurch ein erhöhtes Risiko zur Nacherwärmung im kommenden Frühjahr besteht, wenn die Lufttemperaturen steigen. Dieses Risiko trifft immerhin 33 % der befragten Betriebe aus 2020, deren Maissilagen weniger als 6 Wochen Gärdauer und weniger als 150 cm Vorschub/Woche aufwiesen! Die GLM-Statistik zeigte bei Maissilagen mit weniger als 50 cm Vorschub/Woche tendenziell höhere pH-Werte und weniger Gärsäuren als bei größerem Vorschub.

Ein weiterer Punkt, welcher das Nacherwärmungsrisiko erhöhen könnte, betrifft Auflockerungen bei der Entnahme. Die Abfrage ergab, dass 55 % der Anschnittflächen zumindest leicht bis mäßig stark aufgelockert wurden. In der GLM-Statistik konnte kein sicherer Trend nachgewiesen werden, dass die Gärqualität aufgrund der Auflockerung schlechter wurde. Das könnte mit der Probeziehung zusammenhängen, welche nicht von der Anschnittfläche, sondern dahinter genommen wurde.

Es ist davon auszugehen, dass die Faktoren geringe Entnahmemenge, unzureichende Verdichtung, verfrühte Siloöffnung und Auflockerung bei der Entnahme vielfach zu Problemen mit Nacherwärmung, aber auch zu Schimmelbildung führen können. Nacherwärmte oder schimmelige Maissilage ist aus futterhygienischer Sicht für Wiederkäuer bedenklich und sollte daher nicht vorgelegt werden!

3.2.6 Siliermitteleinsatz bei Silomais

Insgesamt setzten 41 % der Teilnehmer am LK-Silageprojekt 2020 Siliermittel ein, davon 7 % Säuren/Salzverbindungen und 34 % Milchsäurebakterien (MSB). Gegenüber 2016 war die Steigerung von 16 auf 41 % Anwender beträchtlich, vor allem bei den MSB. Insgesamt setzten etwa doppelt so viele Betriebe Silierzusätze bei Silomais ein als bei Grassilagen. Die Verteilung erfolgte nur mehr in ca. 15 % der Fälle händisch, die automatische Verteilung/Dosierung ist über den Häcksler am meisten verbreitet. An 84 % der Maissilagen wurden flüssige Siliermittel appliziert. Eine Behandlung der oberen Schichten führten 13 % der Anwender durch, der überwiegende Teil brachte die Siliermittel im ganzen Silo ein. Im Jahr 2020 konnte mittels GLM-Statistik festgestellt werden, dass der Einsatz von MSB den Essigsäuregehalt um 5 g auf 19 g/kg TM gegenüber unbehandelter Maissilage erhöhen konnte. Der Grund dafür ist im Einsatz von heterofermentativen MSB wie *Lactobacillus buchneri* zu suchen (PAHLOW et al. 2003). Die MSB-behandelten Maissilagen wiesen um 2 g höhere Ethanolgehalte (16,2 g/kg TM) und um 0,5 % mehr Proteinabbau (7,2 % NH_3 von N_{total}) auf. Insgesamt wurden mit MSB ~5 g mehr an Gärsäuren (81,3 g/kg TM) gebildet als ohne Behandlung. Die MSB-Ergebnisse bestätigen die Schlussfolgerung von WILKINSON und DAVIES (2013), dass sich der Vorteil der höheren Essigsäurebildung über die Heterofermenter durch höheren Energieaufwand bei der Gärung aufhebt. Die Anwendung von Säuren/Salzen wurde zu 50 % an der Oberfläche durchgeführt. Die

Tabelle 9: Effekt von Siliermittelanwendung, -verteilung und -formulierung auf Gärparameter in Maissilagen (LK-Silageprojekt 2020)

| Parameter | Siliermittelanwendung | | | Siliermittel Verteilung | | Siliermittel Formulierung | |
|-----------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|----------|---------------------------|------------|
| | keine | Säure/Salz | MSB* | automatisch | händisch | flüssig | streufähig |
| Essigsäure [g/kg TM] | 14,0 | 15,6 | 18,8 | 20,1 | 23,0 | 20,6 | 21,7 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | 76,7 | 79,6 | 81,3 | 83,1 | 85,1 | 83,7 | 85,3 |
| Ethanol [g/kg TM] | 14,1 | 18,5 | 16,2 | 17,5 | 14,5 | 18,6 | 18,0 |

*MSB = Milchsäurebakterien

GLM: TM 344 g/kg FM, XP 65 g, XF 189 g, XA 35 g, Stärke 333 g/kg TM

Wirkung auf die Gärqualität war in einer ganz leichten Anhebung der Gärsäuren bemerkbar, der Ethanolgehalt stieg deutlicher auf 18,5 g/kg TM, also um 4,4 g höher als unbehandelte Maissilagen.

Eine Wirkung der Siliermittel in Richtung Verbesserung der aeroben Stabilität konnte nicht nachgewiesen werden. Dazu hätte es aufwendigere Untersuchungen der beprobten Maissilagen unter Luftstress und Temperaturkontrolle bedurft.

3.2.7 Schlussfolgerungen zur Maissilagequalität 2020

Anhand der eingesendeten Maissilagen im LK-Silageprojekt 2020 ließ sich feststellen, dass bei gering schwankenden Stärke- und Energiegehalten die Gehalte an Gerüstsubstanzen und Protein tendenziell abnahmen. Die Gärung war 2020 deutlich intensiver, es wurden mehr Gärsäuren und Ethanol gebildet als in den Jahren zuvor. Die mittleren Ethanolgehalte von 16 g/kg TM dürfen nicht bagatellisiert werden, da sie auf eine gewisse Labilität in punkto Haltbarkeit nach Siloöffnung hinweisen. Trotz deutlicher Zunahme der Schlagkraft bei der Ernte konnte die mittlere Lagerungsdichte verbessert werden. Der Einsatz von Silierhilfsmitteln hat sich bei den Teilnehmern deutlich verbreitet. Die Produktanwendung über den Häcksler war meist professionell organisiert. Durch Einsatz von Milchsäurebakterien konnte der Essigsäuregehalt um 5 g angehoben werden, allerdings verlief die Gärung insgesamt etwas intensiver. Im kritischen Bereich betreffend zu kurze Gärdauer bis zur Siloöffnung, Auflockerung bei der Entnahme und zu geringem Vorschub sind die Defizite bei den Teilnehmern gleich geblieben wie in den Jahren zuvor.

4. Danksagung

Für das Gelingen des bundesweiten LK-Silageprojektes 2020 war eine gute Zusammenarbeit von Silagebauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (LK-Fütterungsreferenten, Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich, LKV und Maschinenring sowie Koordination durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein notwendig, um die aktuelle Situation der Silagequalitäten in Österreich untersuchen zu können. Allen beteiligten Mitarbeitern gebührt ein herzlicher Dank für die eingebrachten Leistungen seitens der Organisatoren! Ein besonderer Dank gilt den Probenziehern sowie Dipl.-Ing. Gerald Stögmüller und seinen Mitarbeitern, welche im Labor Rosenau mehr als 1.300 Silageproben zeitgerecht und zuverlässig analysiert haben sowie Dr. Andreas Adler (AGES Linz) für seine fachliche Unterstützung bei Fragen zu Clostridien. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind eine wichtige Grundlage und Orientierungshilfe für alle Silagebauern in Österreich, aber auch für die Beratung und Lehre. Allen teilnehmenden LandwirtInnen sei an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.

5. Literatur

ADLER, A. und H. LEW, 1995: Dynamik der epiphytischen Mikroflora auf Grünlandpflanzen im Zusammenhang mit verschiedenen Düngungsvarianten. Die Bodenkultur 46, 223-240.

AMLER, R., 2009: Der Einfluss der Reifedifferenz von Korn zu Restpflanze auf den optimalen Erntezeitpunkt und die standortgerechte Sortenwahl von Energie- und Silomais. Gesunde Pflanzen, 61(2), 57-71.

BMLRT, 2020: Grüner Bericht 2020. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien 2020, 297 S.

BUZZI, F., J. HILTBRUNNER, A. HOLZKÄMPER und P. CALANCA, 2021: Temperatursummen-Karten für die Sortenwahl im Maisanbau. Agrarforschung Schweiz (12) 2021, 1-8.

DACCORD, R., U. WYSS, B. JEANGROS und M. MEISSER, 2007: Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF Merkblatt 3. AGFF, Zürich.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997a: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997b: DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung nach Weißbach und Honig, Teil B, Fassung vom 1.8.1997.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2006: Grobfutterbewertung Teil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Ausschuss Futterkonservierung, DLG-Information 2/2006, 4 S.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2012: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. vollständig überarbeitete Auflage, DLG Verlag, Frankfurt am Main, 416 S.

EISNER, I., 2007: Statistische Analyse der Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme sowie Milchleistung und Milchezusammensetzung bei Kühen (Doctoral dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel), 154 S.

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, 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 1997).

GRUBER, L., R. RESCH und G. STÖGMÜLLER, 2018: Den Wert des Grundfutters an den Gerüstsubstanzen erkennen. ÖAG-Info 1/2018. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 12 S.

HOFFMANN, M., 2021: Sieben Grundsätze für gutes Futter und Wasser. agrarheute Rind Januar 2021, 33-37.

KALCHER L. und M. STEGFELLNER, 2020: Die österreichische Rinderzucht 2019. ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter), Jahresbericht 2019, 140 S.

LEHNER, D., R. RESCH, K. WURM und A. STEINWIDDER, 2020: Nachhaltiger Bio-Silomais Anbau – Empfehlungen zu Pflanzenbau, Ernte und Fütterung. ÖAG-Info 5/2020. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdning-Donnersbachtal, 20 S.

McDONALD, P., A.R. HENDERSON und S.J.E. HERON, 1991: The biochemistry of silage. Chalcombe Publications, Marlow, Buckinghamshire, 340 S.

PAHLOW, G., R.E. MUCK, F. DRIEHUIS, S. ELFERINK und S.F. SPOELSTRA, 2003: Microbiology of ensiling: Silage Science and Technology. Agronomy 42, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 31-94.

PÖLLINGER, A., A. ZENTNER, C. KAPP, G. HUBER und S. BRETTSCHUH, 2019: Emissionstechnische, verfahrenstechnische und futterbauliche Bewertung verschiedener Gülleverteilterniken im Grünland. Abschlussbericht Projekt Emisspread (DaFNE 101230), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 45 S.

PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2002: Einfluss von Futteraufbereitung und Erntetechnik auf den Gärverlauf und die Silagequalität von Grünlandfutter. 8. Alpenländisches Experten-

forum zum Thema "Zeitgemäße Futterkonservierung", Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 11-15.

PRIES, M. und B. BOTHE, 2016: Silier- und Fütterungsversuch mit Shredlage-Silage im Vergleich zur Maissilage mit herkömmlicher Häcksellänge. Riswicker Ergebnisse 2/2016, 60 S.

RESCH, R., 2010: Abschlussbericht zum Projekt Qualitätsbewertung von Grassilagen und Silomais auf österreichischen Praxisbetrieben. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Projekt 3561 (DaFNE 100535), 87 S.

RESCH, R., 2017: Gärfutterqualitäten – Wo stecken die Reserven? 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 81-93.

RESCH, R., 2021: Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Dauerpflanzen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Effekte. Zwischenbericht zu DaFNE-Projekt 101309 (DW-NET4), HBLFA-Raumberg-Gumpenstein, 45 S.

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, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 61-76.

RESCH, R., A. ADLER, P. FRANK, A. PÖLLINGER, G. PERATONER, F. TIEFENTHALLER, C. MEUSBURGER, G. WIEDNER und K. BUCHGRABER, 2017: Top-Grassilagen durch optimale Milchsäuregärung. ÖAG-Info 10/2017 überarbeitet Neuauflage. (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 12 S.

RESCH, R., P. FRANK, G. STÖGMÜLLER, F. TIEFENTHALLER, G. PERATONER, A. ADLER, J. GASTEINER und E.M. PÖTSCH, 2018: Futtermittelverschmutzung mit Erde – Ursachen, Erkennung und Auswirkungen. ÖAG-Info 5/2018. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdning-Donnersbachtal, 16 S.

RESCH, R., M. HOLLMANN, S. ORTNER, G. PERATONER, G. STÖGMÜLLER, G. TERLER, F. TIEFENTHALLER und K. WURM, 2020: Praxisbewertung von Grundfutter für Wiederkäuer. ÖAG-Info 1/2020. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 20 S.

RICHTER, W., N. ZIMMERMANN, M. ABRIEL, M. SCHUSTER, K. KÖLLN-HÖLLRIGL, J. OSTERTAG, K. MEYER, J. BAUER und H. SPIEKERS, 2009: Hygiene bayerischer Silagen – Controlling am Silo. Schriftenreihe LfL Bayern 09/2009.

ROOKE, J.A. und R.D. HATFIELD, 2003: Biochemistry of ensiling. In: Buxton, D.R., R.E. Muck, J.H. Harrison, 2003: Silage science and technology, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA, Agronomy Monograph 42, 95-139.

SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Erweiterte und aktualisierte Auflage mit Futtermittelkonservierung. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 576 S.

SPIEKERS, H., 2011: Ziele in der Wiederkäuerfütterung. In: DLG-Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. vollständig überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, 13-17.

THÖNI, E., 1988: Futterbau und Futterkonservierung. Lehr- und Fachbuch für Schüler, 6. Auflage, LMZ Zollikofen.

TERLER, G., L. GRUBER, S. ORTNER, A. SCHAUER, M. URDL, B. STEINER und F. KASTENHUBER, 2017: Einfluss von Silomais-Sorte und -Erntezeitpunkt auf Futterwert, Futteraufnahme

und Milchleistung. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 67-79.

TIEFENTHALLER, F. und K. WURM, 2018: Milchviehrationen in der Praxis anhand der Gerüstsubstanzen bewerten. Erschienen in ÖAG-Info 2/2018 „Die Bedeutung der Gerüstsubstanzen für eine wiederkäuergerechte Fütterung“, ÖAG-Eigenverlag, 10-16.

VAN SOEST, P.J., 1994: Nutritional ecology of the ruminant. (2nd ed.). Cornell University Press, Ithaca and London, 476 p.

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 2007: Futtermitteluntersuchung nach Methode 28.1.2 – Bestimmung der Keimgehalte an aeroben, mesophilen Bakterien, Schimmel- und Schwärzepilzen und Hefen. Methodenbuch III, 7. Erg. 2007, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

WAGNER, W., 2017: Clostridien in Futtermitteln. Landinfo 5/2017, 38-40.

WEIß, K., 2003: Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfütter. Dissertation, Landwirtschaftlich Gärtnerei Fakultät, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet für Futtermittelkunde, 181 S.

WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE und O. KNABE, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Auflage, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 53 S.

WIERINGA, G.W., 1958: The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. Neth. J. Agric. Sci. 6, 204-210.

WILKINSON, J.M. und D.R. DAVIES, 2013: The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Sci. 68 (1), 1-19.

WYSS, U. und N. PRADERVAND, 2017: Einfluss der Silierdauer auf die Qualität einer Mais-silage. Agrarforschung Schweiz 8 (9) 2017, 348-355.

WYSS, U. und N. PRADERVAND, 2019: Neue Erntetechniken beim Silomais: Einfluss auf die Silagequalität. Agrarforschung Schweiz 10 (2), 48-53.

6. Anhang

Tabelle 10: Grassilagequalitäten der Folgeaufwüchse von Dauerwiesen in Österreich (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Parameter | 2. Aufwuchs 2020 | | | 3. + Folgeaufwüchse 2020 | | | Datenverteilung 2.-5. Aufwuchs 2003-2020 | | | | |
|--|------------------|-------|-------|--------------------------|------|-------|--|------------|-----------|------------|--------|
| | \bar{x} | SD | n | \bar{x} | SD | n | min | Quartil 25 | Median 50 | Quartil 75 | max |
| Trockenmasse [g/kg FM] | 412,9 | 86,4 | 140 | 404,5 | 91,8 | 111 | 239 | 342 | 399 | 462 | 731 |
| Rohprotein [g/kg TM] | 143,0 | 19,3 | 140 | 158,8 | 18,8 | 111 | 102 | 135 | 146 | 161 | 221 |
| nXP [g/kg TM] | 125,6 | 5,2 | 140 | 130,1 | 6,1 | 111 | 111 | 124 | 127 | 130 | 150 |
| RNB [g/kg TM] | 2,8 | 2,5 | 140 | 4,6 | 2,3 | 111 | -3 | 2 | 3 | 5 | 11 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 472,1 | 40,1 | 140 | 444,8 | 46,6 | 111 | 322 | 438 | 468 | 492 | 550 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 308,0 | 25,1 | 140 | 291,7 | 29,3 | 111 | 216 | 290 | 305 | 318 | 365 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 42,7 | 9,2 | 140 | 40,6 | 7,5 | 111 | 27 | 37 | 41 | 47 | 64 |
| Rohfaser [g/kg TM] | 273,4 | 21,8 | 140 | 256,8 | 26,4 | 111 | 88 | 252 | 267 | 280 | 319 |
| Rohfett [g/kg TM] | 30,9 | 2,4 | 140 | 31,2 | 2,6 | 111 | 25 | 29 | 31 | 33 | 38 |
| Rohasche [g/kg TM] | 107,7 | 20,4 | 140 | 111,1 | 20,8 | 111 | 76 | 95 | 104 | 114 | 209 |
| Zucker [g/kg TM] | 60,8 | 37,6 | 140 | 54,2 | 34,6 | 111 | 0 | 33 | 56 | 81 | 166 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | 69,2 | 1,6 | 140 | 70,3 | 1,9 | 109 | 65,9 | 68,8 | 69,7 | 70,7 | 76,4 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | 9,49 | 0,32 | 140 | 9,67 | 0,37 | 111 | 8,33 | 9,39 | 9,61 | 9,76 | 10,64 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | 5,60 | 0,22 | 140 | 5,73 | 0,26 | 111 | 4,86 | 5,53 | 5,67 | 5,78 | 6,41 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | 7,7 | 2,3 | 138 | 8,4 | 1,9 | 110 | 4,6 | 6,5 | 7,6 | 9,1 | 14,7 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | 3,4 | 0,6 | 138 | 3,6 | 0,6 | 110 | 1,9 | 3,1 | 3,6 | 3,9 | 5 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | 2,6 | 0,5 | 138 | 3,0 | 0,7 | 110 | 1,9 | 2,4 | 2,7 | 3,1 | 5,1 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | 28,3 | 4,0 | 138 | 28,8 | 3,6 | 110 | 18,6 | 25,8 | 28,5 | 30,8 | 38,5 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | 0,57 | 0,46 | 138 | 0,50 | 0,27 | 110 | 0,16 | 0,3 | 0,48 | 0,61 | 3,96 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | 872 | 770 | 138 | 907 | 818 | 108 | 134 | 401 | 669 | 1.095 | 4.754 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | 95 | 49 | 138 | 91 | 37 | 108 | 32,9 | 71,9 | 90,1 | 124,4 | 342,3 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | 30 | 6 | 138 | 31 | 6 | 108 | 21,2 | 27,5 | 30,0 | 33,1 | 61,4 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | 9,0 | 4,5 | 138 | 9,8 | 1,7 | 108 | 5,2 | 8,2 | 9,1 | 10,1 | 15,2 |
| pH-Wert | 4,7 | 0,4 | 136 | 4,6 | 0,3 | 110 | 4 | 4,4 | 4,6 | 4,9 | 5,8 |
| Milchsäure [g/kg TM] | 48,9 | 25,2 | 136 | 57,1 | 24,8 | 110 | 4,8 | 33,3 | 47,0 | 64,4 | 124,8 |
| Essigsäure [g/kg TM] | 12,5 | 10,9 | 136 | 14,0 | 10,7 | 110 | 1,1 | 5,6 | 9,3 | 16,2 | 46,7 |
| Propionsäure [g/kg TM] | 0,8 | 0,8 | 136 | 0,8 | 1,0 | 108 | 0 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 5,9 |
| Buttersäure [g/kg TM] | 10,5 | 10,0 | 136 | 8,6 | 9,2 | 110 | 0 | 2,5 | 6,5 | 12,9 | 53,2 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | 72,7 | 33,2 | 136 | 80,3 | 30,9 | 108 | 6,6 | 50,7 | 72,2 | 91,3 | 153,7 |
| Ethanol [g/kg TM] | 8,1 | 5,9 | 136 | 7,3 | 4,1 | 108 | 1,1 | 4,3 | 6,6 | 9,7 | 38,7 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | 6,7 | 3,1 | 136 | 6,1 | 2,7 | 110 | 1,4 | 4,6 | 5,6 | 6,9 | 19,9 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | 73,9 | 18,8 | 136 | 79,3 | 18,8 | 108 | 5 | 65 | 80 | 95 | 100 |
| präsum. sufitred. Clostridien [KBE/g FM] | 783 | 724 | 156 | 1.009 | 965 | 137 | 20 | 395 | 1.110 | 2.244 | 24.547 |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | 173,3 | 162,3 | 168,7 | 171,8 | 47,2 | 2.723 | 21 | 125 | 163 | 193 | 385 |

Tabelle 11: Grassilagequalitäten in Österreich in Abhängigkeit von Futterbestand und Aufwuchs (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Parameter | Aufwuchs | Dauerwiese | | Rotklee | | Rotklee gras | | Luzerne | | Luzerne gras | |
|--|----------|------------|-------|---------|-------|--------------|-------|---------|-------|--------------|-------|
| | | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ |
| Probenanzahl | | 1.947 | 640 | 35 | 23 | 196 | 93 | 76 | 32 | 60 | 24 |
| Trockenmasse [g/kg FM] | | 364,9 | 399,5 | 364,7 | 402,7 | 347,7 | 390,4 | 372,8 | 398,6 | 384,6 | 421,8 |
| Rohprotein [g/kg TM] | | 145,5 | 148,0 | 154,7 | 164,5 | 151,4 | 155,7 | 155,8 | 158,4 | 158,6 | 166,6 |
| nXP [g/kg TM] | | 133,5 | 128,4 | 134,0 | 132,3 | 136,0 | 130,1 | 133,7 | 129,3 | 132,8 | 128,8 |
| RNB [g/kg TM] | | 2,0 | 3,2 | 3,3 | 5,1 | 2,5 | 4,0 | 3,5 | 4,9 | 4,2 | 6,1 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 451,9 | 469,3 | 392,3 | 375,0 | 443,4 | 461,8 | 431,9 | 412,5 | 461,9 | 451,8 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 297,7 | 308,9 | 307,5 | 320,0 | 297,7 | 317,8 | 338,5 | 343,2 | 309,4 | 318,8 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 37,9 | 45,1 | 53,0 | 31,0 | 37,6 | 47,1 | 67,6 | 59,5 | 46,3 | 49,6 |
| Rohfaser [g/kg TM] | | 262,9 | 261,2 | 262,8 | 252,7 | 257,3 | 267,2 | 270,9 | 267,9 | 270,1 | 280,7 |
| Rohfett [g/kg TM] | | 31,1 | 30,1 | 30,9 | 31,1 | 32,0 | 30,6 | 31,3 | 29,4 | 32,1 | 31,7 |
| Rohasche [g/kg TM] | | 98,4 | 108,5 | 108,1 | 110,1 | 100,0 | 105,8 | 99,9 | 111,3 | 100,5 | 115,5 |
| Zucker [g/kg TM] | | 75,4 | 62,3 | 43,0 | 105,0 | 65,8 | 44,8 | 51,5 | 12,5 | 54,9 | 41,1 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | | 73,3 | 70,5 | 73,0 | 71,0 | 74,3 | 70,4 | 72,0 | 70,2 | 71,3 | 68,9 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | | 10,17 | 9,67 | 10,06 | 9,79 | 10,30 | 9,70 | 10,01 | 9,62 | 9,94 | 9,43 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | | 6,09 | 5,73 | 6,01 | 5,81 | 6,18 | 5,74 | 5,96 | 5,69 | 5,91 | 5,56 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | | 6,9 | 8,3 | 7,7 | 9,5 | 7,3 | 9,2 | 7,8 | 9,2 | 8,6 | 9,8 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | | 3,0 | 3,3 | 3,1 | 3,3 | 3,2 | 3,5 | 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,5 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | | 2,4 | 2,9 | 2,6 | 2,9 | 2,3 | 2,8 | 2,3 | 2,8 | 2,3 | 2,6 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | | 28,3 | 28,1 | 30,0 | 31,4 | 30,2 | 29,5 | 31,0 | 29,2 | 30,0 | 29,9 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | | 0,51 | 0,48 | 0,55 | 0,52 | 0,49 | 0,48 | 0,53 | 0,57 | 0,42 | 0,52 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | | 696 | 987 | 856 | 347 | 526 | 694 | 570 | 509 | 462 | 747 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | | 83 | 96 | 68 | 64 | 75 | 75 | 67 | 67 | 62 | 69 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | | 31 | 32 | 32 | 34 | 30 | 28 | 31 | 29 | 29 | 28 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | | 8,0 | 9,1 | 8,7 | 8,8 | 7,9 | 9,4 | 8,0 | 10,8 | 7,6 | 9,3 |
| pH-Wert | | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,4 | 4,5 | 4,5 | 4,7 | 4,6 | 4,8 |
| Milchsäure [g/kg TM] | | 46,6 | 44,2 | 46,5 | 43,0 | 60,1 | 55,2 | 42,0 | 40,1 | 54,1 | 54,7 |
| Essigsäure [g/kg TM] | | 12,3 | 10,7 | 12,1 | 9,8 | 15,7 | 13,3 | 13,0 | 12,6 | 17,9 | 17,4 |
| Propionsäure [g/kg TM] | | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 1,4 | 1,3 | 0,9 |
| Buttersäure [g/kg TM] | | 13,6 | 8,4 | 11,7 | 5,0 | 11,3 | 6,6 | 13,4 | 7,7 | 6,8 | 3,9 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | | 72,9 | 63,5 | 70,3 | 57,8 | 87,1 | 75,4 | 68,3 | 60,5 | 78,9 | 76,8 |
| Ethanol [g/kg TM] | | 12,4 | 6,2 | 7,4 | 13,0 | 16,0 | 7,6 | 8,9 | 8,0 | 11,4 | 8,7 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | | 7,7 | 6,2 | 9,4 | 6,9 | 7,8 | 6,7 | 10,6 | 9,3 | 8,2 | 8,4 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | | 71,2 | 79,5 | 71,9 | 84,8 | 76,1 | 84,8 | 66,0 | 71,6 | 81,1 | 81,7 |
| präsum. sufitred. Clostridien [KBE/g FM] | | 919 | 1.400 | 45 | 1.720 | 236 | 332 | 188 | 20 | 387 | 235 |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | | 166,8 | 173,9 | 180,6 | 176,1 | 166,5 | 163,8 | 181,9 | 210,0 | 172,9 | 146,7 |

Tabelle 12: Grassilagequalitäten in Österreich in Abhängigkeit von Wirtschaftsweise und Aufwuchs (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Parameter | Aufwuchs | Biologisch | | UBAG | | Verzicht | | konventionell | |
|--|--------------|------------|-------|-------|-------|----------|-------|---------------|-------|
| | | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ |
| | Probenanzahl | 692 | 280 | 1.131 | 369 | 611 | 199 | 606 | 225 |
| Trockenmasse [g/kg FM] | | 362,7 | 403,8 | 366,9 | 396,6 | 371,7 | 394,8 | 367,2 | 398,5 |
| Rohprotein [g/kg TM] | | 140,9 | 149,3 | 146,6 | 150,3 | 148,8 | 152,4 | 155,6 | 158,9 |
| nXP [g/kg TM] | | 132,3 | 129,2 | 133,8 | 128,4 | 133,8 | 130,0 | 135,2 | 129,1 |
| RNB [g/kg TM] | | 1,4 | 3,2 | 2,1 | 3,5 | 2,4 | 3,6 | 3,3 | 4,8 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 458,9 | 456,6 | 446,5 | 468,2 | 483,4 | 467,7 | 432,2 | 479,2 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 307,7 | 300,4 | 296,6 | 310,3 | 319,7 | 315,7 | 283,1 | 320,4 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | | 42,2 | 45,9 | 37,9 | 44,0 | 44,4 | 46,9 | 34,0 | 45,8 |
| Rohfaser [g/kg TM] | | 265,7 | 256,3 | 262,0 | 264,6 | 262,9 | 263,3 | 257,5 | 267,3 |
| Rohfett [g/kg TM] | | 30,7 | 30,0 | 31,2 | 30,5 | 30,4 | 29,5 | 31,6 | 30,5 |
| Rohasche [g/kg TM] | | 98,1 | 107,9 | 98,4 | 109,5 | 100,0 | 104,0 | 104,3 | 112,5 |
| Zucker [g/kg TM] | | 73,8 | 61,6 | 72,5 | 56,3 | 66,7 | 54,9 | 73,4 | 47,3 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | | 73,0 | 70,7 | 73,3 | 70,2 | 73,2 | 70,7 | 73,6 | 70,0 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | | 10,11 | 9,71 | 10,19 | 9,64 | 10,15 | 9,75 | 10,18 | 9,59 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | | 6,04 | 5,76 | 6,10 | 5,71 | 6,07 | 5,79 | 6,09 | 5,67 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | | 7,6 | 9,2 | 7,0 | 8,2 | 7,1 | 8,8 | 6,6 | 8,1 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | | 2,9 | 3,2 | 3,1 | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,4 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | | 2,4 | 2,9 | 2,4 | 2,7 | 2,3 | 2,9 | 2,2 | 2,7 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | | 27,7 | 28,0 | 29,1 | 29,4 | 30,2 | 29,0 | 30,6 | 29,8 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | | 0,42 | 0,45 | 0,51 | 0,48 | 0,51 | 0,51 | 0,66 | 0,62 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | | 699 | 978 | 636 | 859 | 697 | 818 | 705 | 839 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | | 80 | 94 | 81 | 90 | 82 | 88 | 83 | 87 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | | 30 | 31 | 31 | 32 | 33 | 32 | 31 | 30 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | | 8,0 | 9,5 | 7,8 | 8,9 | 7,7 | 8,3 | 8,1 | 8,9 |
| pH-Wert | | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,6 |
| Milchsäure [g/kg TM] | | 45,4 | 44,8 | 48,2 | 46,1 | 45,6 | 42,4 | 50,7 | 48,8 |
| Essigsäure [g/kg TM] | | 12,5 | 10,8 | 13,3 | 11,9 | 10,9 | 10,6 | 14,2 | 13,4 |
| Propionsäure [g/kg TM] | | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| Buttersäure [g/kg TM] | | 13,2 | 8,1 | 13,5 | 8,3 | 12,6 | 8,7 | 11,4 | 6,5 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | | 71,2 | 63,7 | 75,4 | 66,5 | 69,2 | 61,8 | 76,7 | 69,1 |
| Ethanol [g/kg TM] | | 11,5 | 6,7 | 12,7 | 6,2 | 11,1 | 5,9 | 12,5 | 7,5 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | | 7,8 | 6,3 | 7,7 | 7,0 | 8,7 | 7,0 | 8,2 | 7,4 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | | 72,3 | 80,2 | 72,7 | 79,4 | 73,9 | 78,9 | 75,2 | 82,1 |
| präsum. sufitred. Clostridien [KBE/g FM] | | 677 | 977 | 836 | 898 | 751 | 1.203 | 758 | 660 |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | | 161,4 | 166,4 | 169,6 | 172,5 | 181,4 | 195,7 | 180,0 | 187,7 |

Tabelle 13: Grassilagequalitäten in Österreich in Abhängigkeit von Siliersystem und Aufwuchs (LK-Silageprojekte 2003-2020)

| Parameter | Flachsilo | | Silohaufen | | Hoch-/Tiefsilo | | Ballensilage | | Schlauch-/Tunnel | |
|--|-----------|-------|------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|------------------|-------|
| | Aufwuchs | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. | 2.+ | 1. |
| Probenanzahl | 1.887 | 651 | 66 | 30 | 141 | 31 | 1.014 | 376 | 6 | 2 |
| Trockenmasse [g/kg FM] | 355,6 | 385,3 | 343,7 | 362,8 | 364,7 | 376,1 | 387,4 | 422,6 | 419,5 | 435,5 |
| Rohprotein [g/kg TM] | 149,4 | 151,7 | 145,9 | 152,3 | 143,3 | 150,2 | 145,0 | 152,7 | 157,0 | 160,5 |
| nXP [g/kg TM] | 134,0 | 128,7 | 133,6 | 128,8 | 132,1 | 129,7 | 133,6 | 129,2 | 140,3 | 134,5 |
| RNB [g/kg TM] | 2,5 | 3,7 | 2,0 | 3,8 | 1,8 | 3,4 | 1,9 | 3,8 | 2,5 | 4,5 |
| NDF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 449,4 | 482,2 | 475,3 | 459,1 | 454,8 | 456,6 | 447,7 | 453,4 | 453,7 | 417,0 |
| ADF [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 296,8 | 318,5 | 312,3 | 304,8 | 304,9 | 305,8 | 298,4 | 303,3 | 287,5 | 275,5 |
| ADL [g/kg TM] Gerüstsubstanzen | 37,9 | 45,9 | 40,1 | 43,8 | 41,2 | 48,8 | 38,9 | 44,3 | 37,5 | 36,5 |
| Rohfaser [g/kg TM] | 260,8 | 265,6 | 264,1 | 264,2 | 267,8 | 247,5 | 263,1 | 259,2 | 256,8 | 237,5 |
| Rohfett [g/kg TM] | 31,4 | 30,4 | 31,5 | 30,9 | 31,2 | 30,2 | 30,3 | 30,0 | 32,5 | 30,5 |
| Rohasche [g/kg TM] | 101,5 | 109,5 | 97,8 | 110,0 | 100,6 | 111,7 | 96,7 | 108,1 | 83,5 | 95,0 |
| Zucker [g/kg TM] | 66,5 | 47,0 | 51,1 | 39,4 | 50,4 | 49,4 | 83,8 | 68,3 | 76,8 | 24,5 |
| OM-Verdaulichkeit [%] | 73,3 | 70,3 | 73,1 | 70,1 | 72,5 | 71,4 | 73,3 | 70,3 | 75,2 | 72,1 |
| Metabolische Energie ME [MJ/kg TM] | 10,16 | 9,65 | 10,18 | 9,63 | 10,08 | 9,76 | 10,19 | 9,68 | 10,64 | 10,06 |
| Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM] | 6,08 | 5,71 | 6,09 | 5,70 | 6,02 | 5,81 | 6,10 | 5,74 | 6,40 | 6,00 |
| Calcium (Ca) [g/kg TM] | 7,0 | 8,2 | 7,0 | 8,7 | 7,5 | 9,9 | 7,1 | 9,0 | 6,0 | 8,4 |
| Phosphor (P) [g/kg TM] | 3,1 | 3,3 | 3,0 | 3,2 | 3,0 | 3,2 | 3,0 | 3,4 | 3,3 | 2,8 |
| Magnesium (Mg) [g/kg TM] | 2,3 | 2,7 | 2,5 | 2,9 | 2,4 | 3,2 | 2,4 | 3,0 | 2,0 | 2,3 |
| Kalium (K) [g/kg TM] | 29,6 | 29,2 | 28,0 | 28,5 | 29,1 | 26,6 | 28,8 | 28,9 | 26,8 | 24,8 |
| Natrium (Na) [mg/kg TM] | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,50 | 0,51 | 0,42 | 0,47 | 0,46 | 0,75 | 0,53 |
| Eisen (Fe) [mg/kg TM] | 690 | 885 | 1.073 | 1.079 | 1.104 | 909 | 584 | 900 | 467 | 769 |
| Mangan (Mn) [mg/kg TM] | 85 | 91 | 86 | 85 | 87 | 104 | 76 | 92 | 62 | 71 |
| Zink (Zn) [mg/kg TM] | 31 | 31 | 29 | 38 | 37 | 32 | 31 | 32 | 28 | 31 |
| Kupfer (Cu) [mg/kg TM] | 8,0 | 8,9 | 8,1 | 9,6 | 8,4 | 9,5 | 7,8 | 9,1 | 7,8 | 9,2 |
| pH-Wert | 4,5 | 4,5 | 4,4 | 4,6 | 4,5 | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 4,2 | 4,5 |
| Milchsäure [g/kg TM] | 47,5 | 45,4 | 53,6 | 45,0 | 52,9 | 37,0 | 47,2 | 46,8 | 62,5 | 44,6 |
| Essigsäure [g/kg TM] | 13,7 | 12,9 | 14,2 | 14,1 | 14,1 | 8,5 | 10,9 | 9,8 | 10,1 | 8,3 |
| Propionsäure [g/kg TM] | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 2,4 | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,0 |
| Buttersäure [g/kg TM] | 13,3 | 8,5 | 15,7 | 13,2 | 12,1 | 10,9 | 11,8 | 6,8 | 0,7 | 0,6 |
| Gesamtsäure [g/kg TM] | 74,8 | 66,9 | 83,8 | 73,2 | 79,4 | 56,9 | 70,1 | 63,6 | 73,8 | 53,5 |
| Ethanol [g/kg TM] | 11,0 | 6,2 | 8,6 | 8,3 | 10,0 | 4,9 | 14,8 | 7,0 | 4,5 | 3,9 |
| Ammoniak-N [% von N-total] | 8,2 | 7,4 | 8,8 | 8,2 | 8,2 | 5,3 | 7,4 | 6,1 | 5,7 | 4,7 |
| DLG-Bewertung [Punkte] | 73,0 | 79,7 | 69,5 | 71,7 | 73,9 | 76,8 | 74,3 | 80,8 | 99,2 | 97,5 |
| präsum. sufitred. Clostridien [KBE/g FM] | 765 | 718 | 716 | 765 | 1.821 | 1.380 | 747 | 1.221 | 137 | |
| Verdichtung [kg TM/m ³] | 185,7 | 194,5 | 173,8 | 185,8 | 187,3 | 151,2 | 145,2 | 151,9 | 198,8 | 174,0 |

Optimierung der Silagequalität

Michael Gruber^{1*}

Betriebsdaten:

- Betriebsstandort: St. Pölten
- Seehöhe: 300 m
Ø Jahresniederschlag: 720 mm
- Bodenklimazahl: 79
- Flächenausstattung: 32 ha
- Fruchtfolge
- 3 Säulen des Betriebes
- Partnerbetriebe
- Gülleabnehmer

Herdenleistung:

- Leistungsabschluss 2020 - Ø 76 Kühe
 - 11.811 kg Durchschnittsleistung mit 880 FE kg
- Fruchtbarkeitskennzahlen
 - Zwischenkalbezeit: 379 Tage
 - Besamungsindex: 1,9
 - Return-Rate: 22 %
 - Erstkalbealter: 25,5 Monate

Stoffwechselfgesundheit:

- Transitphase:
 - Trockensteherration und Besonderheiten
 - Natrium Monensin bzw. Kexxtone
 - Propylenglycol/Kalzium Boli



Abbildung 1: Familie Gruber

¹ Wernersdorfer Straße 18, A-3100 St. Pölten

* Ansprechpartner: Michael Gruber, email: holsteinmichael@gmx.at

Saatbettbereitung:

Niemals zu feucht arbeiten - aber auch nicht zu trocken, nicht zu fein und nicht zu schrollig!

- Erste Bearbeitung mit Kreiselegge, danach kombiniert angebaut
- Saatstärken
- Alle neu angelegten Kulturen werden angewalzt

Bestandsdüngung:

- Frühjahr
 - NUR wenn es die Bodenfeuchte zulässt werden Wirtschaftsdünger ausgebracht
 - Die Düngung erfolgt in erster Linie mineralisch (N, S, P) – ASS, KAS, Hyperkorn, Tripelphosphat
- Düngung im Laufe des Jahres
 - Gülleausbringung 3 x pro Jahr (bis zu 95 m³/ha)
 - Nach dem 4. Schnitt kein mineralischer Dünger

Silagebergung:

- Absolut reine Siloanlagen
- Wandfolie verwenden
- Siliermittel
- Verdichtung/Verteilung: 200 kg TM/m³
- Tagesschnittzeitpunkt
- Schnitthöhe

Abbildung 2: Silageernte



Kot-Beurteilung von Rindern – Was kann ich aus dem Kot herauslesen?

Assessment of cattle feces – What can I learn from feces?

Stefanie Gappmaier^{1*}, Georg Terler¹, Anton Schauer¹ und Leonhard Gruber²

Zusammenfassung

Moderne Rinder-Haltungssysteme sowie steigende Betriebsgrößen erschweren die Rationskontrolle auf Einzeltierebene. Gerade um den Zeitpunkt der Abkalbung bzw. zu Leistungsspitzen ist eine genaue Betrachtung dieser sogenannten „Special-Needs-Tiere“ von entscheidender Bedeutung, um eine bedarfsgerechte Versorgung sicherzustellen und Stoffwechsellstörungen vorzubeugen. Eine einfache und sogleich praxistaugliche Möglichkeit der tierindividuellen Rationskontrolle stellt dabei die Kotbeurteilung dar. Um herauszufinden wie sich unterschiedliche Rationszusammensetzungen bzw. Kraftfutteranteile (Weidehaltung mit 0 % KF [W0] vs. Stallhaltung mit 0, 20 und 40 % KF [S0, S20 und S40]) auf die KOTAusscheidungen auswirken, wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Fütterungs-Versuch mit insgesamt 151 Tieren angelegt.

Durch die unterschiedliche Kraftfutterzuteilung (0, 20 bzw. 40 %) ergaben sich auch Unterschiede in der Nährstoff- und Energieversorgung der Tiere. Die Gruppe S20 und S40 hatte signifikant höhere Nährstoff- und Energiekonzentrationen in der Ration sowie eine signifikant höhere Futtermittelaufnahme. Bei der Beurteilung des Kotes zeigten diese Gruppen signifikant höhere Kot-Trockenmasse-Gehalte. Zudem wurden bei der Kot-Siebung (Verteilung der Feststoffe im Kot in Grob-, Mittel- und Feinteile) in der Gruppe S20 und S40 ein geringerer Grobanteil, bzw. höhere Anteile an Feinsteilen erhoben. Die hohen XP-Konzentrationen im Weidefutter führten zu deutlichen Eiweiß-Überschüssen im Pansen der Tiere aus Gruppe W0 (RNB und Milchstoffgehalt). Zudem zeigten Tiere der Gruppe W0 die höchsten XP-Konzentrationen im Kot und im Vergleich zur Gruppe S20 und S40 signifikant niedrigere Kot-Trockenmasse-Gehalte.

Die Kotbeurteilung eignet sich als Werkzeug zur Rationskontrolle am landwirtschaftlichen Betrieb. Unterschiede im Kot-Trockenmasse-Gehalt bzw. Unterschiede in der Verteilung der Feststoffe im Kot in Grob-, Mittel- und Feinteile lassen Rückschlüsse auf die Rationsgestaltung bzw. die Verdauungsvorgänge zu.

Schlüsselwörter: Kot-Beurteilung, Kot-Siebung, Faser-Verdauung, Kot-Trockenmassegehalt

Summary

Modern systems in cattle husbandry and increasing farm sizes make ration control at the level of the individual animal more difficult. Particularly, at the time of calving or at the stage of high milk-performance, a close observation of these so-called „special-needs animals“ is of decisive importance in order to meet the nutrient- and energy requirements and to prevent metabolic imbalances. A simple and practical way of controlling the ration of the individual animal is to control the feces. In order to find out how different ration compositions and a

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

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendelstraße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Stefanie Gappmaier, email: stefanie.gappmaier@raumberg-gumpenstein.at

different level of concentrate (grazing on pasture with 0 % of concentrate [W0] vs. feeding a mixed ration in the stable with 0, 20 and 40 % of concentrate [S0, S20 and S40]) affect feces excretion, a feeding trial with 151 animals was carried out at the HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

The different level of concentrate (0, 20 and 40 %) also resulted in differences in the nutrient- and energy-supply of the animals. Group S20 and S40 had significantly higher nutrient- and energy-concentrations in the ration and a significantly higher feed intake. In the control of the feces, these groups showed significantly higher fecal dry matter content. In addition, in the manure screening (distribution of solids in the manure into coarse, medium and fine particles), a lower coarse content and higher proportions of fine particles were recorded in the S20 and S40 groups, respectively. The high CP-concentrations in the fodder of the pasture resulted in significant protein excesses in the rumen of group W0 (RNB and milk urea content). In addition, animals of group W0 showed the highest CP-concentration in feces and compared to group S20 and S40 a significantly lower fecal dry matter content.

The assessment of feces is useful as a tool for ration control on the farm. Differences in dry matter content or differences in the distribution of solids in the manure into coarse, medium and fine particles allow conclusions about the ration-composition and also about the digestive processes.

Keywords: fecal assessment, fecal sieving, fiber digestion, fecal dry matter content

1. Einleitung

Das Milchleistungspotential unserer Rinder ist genetisch fixiert und wird über das Management beeinflusst. Neben der Umwelt und der Haltung kommt dabei der Fütterung eine entscheidende Rolle zu. Eine energetische Überversorgung sowie eine Unterversorgung soll möglichst vermieden werden. Um das Tier gesund und damit leistungsbereit zu halten, muss auf eine bedarfsgerechte Nährstoff- und Energieversorgung geachtet werden. Eine Futtermittel-Untersuchung und eine darauf aufbauende, dem Bedarf angepasste Rationsberechnung ist dabei unerlässlich.

Auf Grund von schwankenden Futteraufnahmen, Unterschiede in der Grundfutterqualität oder auch Futterselektion kann es trotz einer Rationsberechnung zu Entgleisungen in der Nährstoff- und Energieversorgung kommen. Eine laufende Rationskontrolle ist demnach unumgänglich. Während die meisten Kontrollwerkzeuge (z.B. Schüttelbox) der Herdenkontrolle dienen, zielt die Kot-Beurteilung auf die Einzeltierkontrolle ab. Damit ist eine zielgerichtete Kontrolle der sogenannten „Special-Needs-Tiere“ möglich.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Kot-Beurteilung als Werkzeug zur Rationskontrolle zu testen. Dabei wird untersucht, wie sich die Rationsgestaltung (Kraftfutteranteil bzw. unterschiedliche Grundfutterkomponenten) bzw. der Genotyp auf die Verdauungsvorgänge und darüber hinaus auf den Kot der Tiere auswirkt.

2. Material und Methode

Zur Klärung der Frage wie sich unterschiedliche Fütterungs-Intensitäten und Genotypen auf die Verdauungsvorgänge von Milchkühen auswirken, wurde aufbauend auf den Milcheffizienz-Versuch von Dr. Leonhard Gruber von Anfang Juni bis Mitte November 2019 ein Exakt-Versuch zur Kotbeurteilung an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Dabei wurden Daten von insgesamt 151 Tieren in vier Durchgängen erhoben. Zu jedem Durchgang erfolgte eine 5 tägige Probensammlung, wobei morgens und abends nach den Melkungen die Kot-Ziehung erfolgte (insgesamt 1.510 Kot-Proben; *Tabelle 1*).

Tabelle 1: Versuchswochen

| | Durchgang 1 | Durchgang 2 | Durchgang 3 | Durchgang 4 |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|--------------------|
| Datum (2019) | 3. - 7. Juni | 22. - 26 Juli | 2. - 6. September | 11. - 15. November |
| Tierzahzahl | 39 | 39 | 38 | 35 |
| Kot-Proben | 390 | 390 | 380 | 350 |

2.1 Tiere – Genotyp und Fütterung

In die Versuchsauswertung gingen Proben von insgesamt 151 Tieren ein. Die dabei untersuchten Genotypen waren Fleckvieh (FV), Holstein Friesian „konventionell“ (HF_Kon), Holstein Friesian „New Zealand“ (HF_NZ) und Holstein Friesian „Leistungslinien-Zucht“ (HF_LL). Um zu untersuchen wie sich unterschiedliche Fütterungsstrategien bei unterschiedlichen Genotypen auf die Verdauungsvorgänge auswirken, wurden die Genotypen gleichmäßig auf vier Fütterungsgruppen aufgeteilt. Dabei wurde einerseits der Effekt einer unterschiedlichen Kraftfuttermenge (0, 20 und 40 % Kraftfutter in der Gesamtration) bei Stallhaltung und andererseits der Effekt der Weidehaltung untersucht. Die Grundfütterration bei Stallhaltung setzte sich aus Grassilage (40 %), Maissilage (30 %) und Heu (30 %) zusammen. Trockensteher wurden zu 100 % mit Heu gefüttert. Der Kraftfutteranteil variierte im Mittel der Laktation in den Gruppen von 0 (S0), 20 (S20) und 40 % (S40) und wurde über eine Transponderstation zugeteilt. Die Gruppe der Weidetiere kamen ausschließlich für den Melkvorgang in den Stall, demnach betrug der Weidegrasanteil über die Sommermonate 100 %. Eine zusätzliche Kraftfütterergänzung war nicht vorgesehen (Tabelle 2). Am Ende der Weide-Periode wurden die Tiere der Gruppe W0 langsam auf die Gruppe S0 umgestellt (4. Durchgang).

Tabelle 2: Versuchsplan

| Gruppe | Stall 0 % KF – S0 | Stall 20 % KF – S20 | Stall 40 % KF – S40 | Weide 0 % KF – W0 |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ration | Maissilage Grassilage Heu | Maissilage Grassilage Heu | Maissilage Grassilage Heu | Weide |
| Kraftfutter | 0 % | 20 % | 40 % | 0 % |
| Genotyp | FV HF_Kon HF_NZ HF_LL | FV HF_Kon HF_NZ HF_LL | FV HF_Kon HF_NZ HF_LL | FV HF_Kon HF_NZ HF_LL |

2.2 Probensammlung und Untersuchungen

Die Futteraufnahme im Stall sowie die Weidefutteraufnahme wurde während den Versuchswochen (Durchgänge) täglich erhoben. Sammelproben der Rationsbestandteile (Grassilage, Maissilage, Heu, Weidefutter und Kraftfutter) wurden für jeden Durchgang im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein analysiert (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)). Aus der Summe der Futteraufnahme und dem Nährstoff- und Energiegehalt wurden Energie- und Nährstoffbilanzen errechnet (GfE 2001, KIRCHGESSNER et al. 2014).

Zu jedem Durchgang wurden Kotproben über 5 Tage morgens und abends aus dem Rektum der Tiere entnommen. Gleich im Anschluss an die Probenahme wurde der pH-Wert bestimmt. Die weitere Kot-Beurteilung (Kot-Siebung und chemische Analyse) erfolgte anhand einer Mischprobe je Tier und Durchgang.

Die Kotsiebung bzw. die Beurteilung der Feststoffe im Kot erfolgte mit einem dreiteiligen Sieb (NASCO Digestin Analyser). Dabei wurden jeweils 200 g FM Kot eingewogen und nach Anleitung in Fein-, Mittel- und Grobteile separiert (GAPPMAYER und TÜCHLER 2020). Die Residuen eines jeden Siebes wurden bei 100 °C über 24 Stunden getrocknet und anschließend rückgewogen.

Ebenso wie die Futtermittel wurden auch die Kot-Inhaltsstoffe chemisch analysiert (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).

2.3 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm SAS 9.4 mit der Prozedur „GLM“ verwendet. Als fixe Effekte gingen dabei Gruppe, Rasse, Laktations-Zahl und Durchgang in das Modell ein. Um speziell den Einfluss der Rationszusammensetzung auf die Fraktionen der Kot-Siebung zu untersuchen, wurde auch ein Futteraufnahme-Parameter in das Modell aufgenommen. Anhand von Modell-Parametern wurde entschieden, die Grundfutteraufnahme als Co-Faktor zu verwenden.

3. Ergebnisse

3.1 Tier und Milchleistung

Die Ergebnisse der tierspezifischen Parameter und die der Milchleistungsdaten sind in *Tabelle 3* dargestellt.

Die durchschnittliche Lebendmasse der Gruppe S40 betrug 748 kg und war damit signifikant höher als in den Vergleichsvarianten (667, 695 und 667 kg in den Gruppen S0, S20 und W0). Der Laktationstag lag im Mittel bei 222 und zeigte keinen Unterschied zwischen den Gruppen. Die signifikant höchste Milchleistung wurde in den Gruppen S20 und S40 erzielt (16,9, 23,2, 25,0 und 19,9 kg ECM in den Gruppen S0, S20, S40 und W0). Der signifikant höchste Milch-Harnstoffgehalt war mit 28,9 mg/100 ml in der Gruppe W0 am höchsten.

3.2 Fütterung

Die Ergebnisse der Gesamt- und Kraftfutteraufnahme sowie die Nährstoff- und Energiekonzentration sind in *Tabelle 4* dargestellt.

Tabelle 3: Einfluss der Gruppe auf tierspezifische Parameter, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe und Protein- und Energiebilanz

| | | Gruppe | | | | RSD | p-Werte | | |
|-----------------------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|--------|-----------|
| | | S0 | S20 | S40 | W0 | | Gruppe | Rasse | Laktation |
| Lebendmasse | kg | 667 ^a | 695 ^a | 748 ^b | 667 ^a | 74 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Laktationstag | Tage | 233 | 189 | 241 | 226 | 104 | 0,164 | 0,111 | 0,005 |
| Milchmenge und Milchinhaltsstoffe | | | | | | | | | |
| Milch (ECM) | kg | 16,9 ^a | 23,2 ^b | 25,0 ^b | 19,9 ^a | 5,5 | <0,001 | 0,001 | 0,002 |
| Fett | % | 4,33 | 4,23 | 4,51 | 4,12 | 0,67 | 0,274 | 0,001 | 0,182 |
| Eiweiß | % | 3,33 | 3,47 | 3,53 | 3,55 | 0,36 | 0,139 | <0,001 | 0,055 |
| Harnstoff | mg/100ml | 12,9 ^a | 15,1 ^{ab} | 17,8 ^b | 28,9 ^c | 4,9 | <0,001 | 0,078 | 0,077 |
| Protein- und Energiebilanz | | | | | | | | | |
| Energiebilanz | MJ NEL | 8,18 ^b | 2,65 ^{ab} | 1,27 ^{ab} | -6,45 ^a | 19,26 | 0,017 | 0,005 | 0,001 |
| | % | 117 | 110 | 105 | 104 | 33 | 0,380 | 0,140 | 0,018 |
| Proteinbilanz | g nXP | 284 ^b | 101 ^{ab} | 242 ^{ab} | -18 ^a | 373 | 0,006 | 0,152 | 0,010 |
| | % | 123 | 108 | 124 | 104 | 32 | 0,025 | 0,728 | 0,105 |

RSD – Residualstandardabweichung; nXP – nutzbares Rohprotein

Tabelle 4: Einfluss der Gruppe, auf Futteraufnahme und Kraftfutteranteil, Nährstoff- und Energiekonzentration

| | | Gruppe (G) | | | | RSD | p-Werte | | |
|--|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---------|-------|-----------|
| | | S0 | S20 | S40 | W0 | | Gruppe | Rasse | Laktation |
| Gesamtfutteraufnahme (GESTM), Kraftfutteranteil (KF) und ruminale Stickstoffbilanz (RNB) | | | | | | | | | |
| GESTM | kg | 15,6 ^a | 18,1 ^b | 18,7 ^b | 15,4 ^a | 1,1 | <0,001 | 0,860 | 0,036 |
| KF | % | 6,90 ^a | 18,84 ^b | 21,83 ^b | 5,39 ^a | 5,51 | <0,001 | 0,929 | 0,026 |
| RNB | | 0,57 ^a | 11,26 ^b | 15,99 ^b | 78,85 ^c | 7,20 | <0,001 | 0,85 | 0,020 |
| Nährstoff- und Energie-Konzentration in der Gesamtration | | | | | | | | | |
| XP | g/kg TM | 132 ^a | 142 ^b | 144 ^b | 175 ^c | 5 | <0,001 | 0,773 | 0,100 |
| nXP | g/kg TM | 132 ^a | 138 ^b | 139 ^b | 139 ^b | 3 | <0,001 | 0,748 | 0,100 |
| NDF | g/kg TM | 469 ^b | 439 ^a | 433 ^a | 508 ^c | 15 | <0,001 | 0,803 | 0,079 |
| NFC | g/kg TM | 301 ^b | 326 ^c | 332 ^c | 212 ^a | 12 | <0,001 | 0,926 | 0,040 |
| Energie | MJ NEL/kg TM | 5,97 ^a | 6,25 ^c | 6,27 ^c | 6,09 ^b | 0,16 | <0,001 | 0,672 | 0,129 |

XP – Rohprotein; nXP – nutzbares Rohprotein; NDF – Neutral-Detergenzien-Faser; NFC – Nicht-Faser-Kohlenhydrate; RSD – Residualstandardabweichung

Hinsichtlich der Gesamtfutteraufnahme zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungs-Gruppen. Demnach wurde die höchste Gesamtfutteraufnahme in Gruppe S20 und S40 erhoben (15,6, 18,1, 18,7 und 15,4 in den Gruppen S0, S20, S40 und W0). Auf Grund der versuchsbedingten Unterschiede in der Kraftfutterzuteilung (0, 20 und 40 % Kraftfutteranteil in der Ration), zeigten sich auch hier signifikante Unterschiede. Demnach lag das Kraftfutterniveau der Gruppe S20 und S40 signifikant über den Vergleichsgruppen. Der geplante Kraftfutteranteil von 40 % in der Gruppe S40 wurde mit 21,8 % allerdings nicht erreicht. Zum besseren Handling im Zuge des Melkvorgang erhielten alle Tiere 1 kg Kraftfutter als Lockfutter, weshalb auch in der Gruppe S0 und W0 der Kraftfutteranteil 6,9 bzw. 5,4 % betrug.

Die XP-Konzentration in der Ration der Gruppe W0 war signifikant höher als in den Vergleichsgruppen (132, 142, 144 und 175 g/kg TM XP-Konzentration in den Gruppen S0, S20, S40 und W0). Allerdings zeigte die Gruppe W0 die geringste Energiekonzentration. Dies führte zum signifikant höchsten Stickstoffüberschuss im Pansen (0,57, 11,26, 15,99 und 78,85 RNB in den Gruppen S0, S20, S40 und W0) und im Weiteren zu ähnlichen nXP-Konzentration der Gruppe W0, S20 und S40 (132, 138, 139 und 139 nXP-Konzentration in den Gruppen S0, S20, S40 und W0). Die Nährstoffkonzentration der Gruppe W0 zeigte die höchsten NDF- und niedrigsten NFC-Gehalte. Die niedrigste nXP- und Energiekonzentration wurde in der Gruppe S0 erhoben (5,97, 6,25, 6,27 und 6,09 MJ NEL pro kg TM in den Gruppen S0, S20, S40 und W0).

3.3 Kot

Die Ergebnisse der Kot-Untersuchung (Kot-Siebungen und chemische Kot-Analysen) sind in *Tabelle 5* dargestellt. Weitere grafische Darstellungen von den Ergebnissen der Kot-Siebungen sind in *Abbildung 1* und *2* ersichtlich.

Die Siebrückstände aus der Kotbeurteilung (Residuen) können auf mehrfache Weise beurteilt werden. Einerseits werden die Absolut-Werte der einzelnen Siebe (Ober-, Mittel- und Untersieb) miteinander verglichen (*Tabelle 5*). Andererseits können die Residuen in Prozent beurteilt werden. Dies beschreibt die Verteilung der Residuen zwischen den Sieben (Ober-, Mittel- und Untersieb, linke Grafiken in *Abbildung 1* und *2*). Zur Berücksichtigung des Trockenmassegehaltes und den daraus errechneten Anteil an

Feinstteilen (Feststoffe im Kot die bei der Siebung ausgewaschen werden), dienen die beiden Grafiken rechts in *Abbildung 1* und *2*.

Zwischen den Fütterungs-Gruppen zeigten sich signifikante Unterschiede in der prozentuellen Verteilung der Siebresiduen (Ober-, Mittel- und Untersieb). Der Faseranteil im Obersieb der Gruppe S20 war mit 49,4 % am geringsten und unterschied sich dabei signifikant zur Gruppe S0 und W0 (61.5, 49.4, 56.5 und 65.1 % in den Gruppen S0, S20, S40 und W0). Das Untersieb zeigte signifikant höhere Werte in der Gruppe S20 im Vergleich zur Gruppe W0 (24.4, 28.2, 26.9 und 20.1 in den Gruppen S0, S20, S40 und W0).

Jene Teile des Kotes, welche bei der Kotsiebung ausgewaschen werden, werden als Feinstteile bezeichnet. Die prozentuelle Verteilung dieser Feinstteile zu der Summe an Feststoffen in den Sieben (Ober-, Mittel- und Untersieb) ist in *Abbildung 1* und *2*, jeweils rechts dargestellt. Daraus ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Weide-Gruppe (W0) und den Stall-Gruppen (S0, S20 und S40). Den geringsten Faser-Anteil und zugleich höchsten Anteil an Feinstteilen zeigte die Gruppe W0 (26.7, 24.8, 26.7 und 20.1 % Faser in der Gruppe S0, S20, S40 und W0).

Signifikante Unterschiede zeigten sich auch zwischen den Rassen. Dabei wurden signifikant höhere Werte im Obersieb bei FV gegenüber HF_Kon festgestellt (63.4, 51.2, 55.4 und 62.5 bei der Rasse FV, HF_Kon, HF_NZ und HF_LL). Dem Gegenüber war der Anteil von 28,9 % im Untersieb der Rasse HF_Kon signifikant höher als bei der Rasse FV (20.6, 28.9, 27.4 und 22.7 % bei der Rasse FV, HF_Kon, HF_NZ und HF_LL).

Tabelle 5: Einfluss der Gruppe auf Parameter der Kotbeurteilung

| | | Gruppe (G) | | | | RSD | p-Wert | | |
|--|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|--------|-------|-----------|
| | | S0 | S20 | S40 | W0 | | Gruppe | Rasse | Laktation |
| Siebfractionen | | | | | | | | | |
| Obersieb | g/kg FM | 17,9 ^{ab} | 15,4 ^{ab} | 19,7 ^b | 14,2 ^a | 4,6 | 0,017 | 0,018 | 0,016 |
| Mittelsieb | g/kg FM | 3,99 ^{ab} | 6,88 ^c | 5,35 ^{bc} | 3,00 ^a | 1,76 | <0,001 | 0,583 | 0,004 |
| Untersieb | g/kg FM | 6,91 ^b | 8,31 ^b | 8,50 ^b | 4,30 ^a | 2,16 | <0,001 | 0,020 | 0,001 |
| Summe Siebe | g/kg FM | 28,8 ^b | 30,6 ^{ab} | 33,6 ^b | 21,5 ^a | 5,4 | <0,001 | 0,064 | 0,926 |
| Feinstteile | g/kg FM | 81,8 ^a | 93,5 ^c | 93,8 ^{bc} | 86,0 ^{ab} | 8,9 | <0,001 | 0,465 | 0,004 |
| Trockenmasse (TM), pH-Wert und Inhaltsstoffe des Kotes | | | | | | | | | |
| TM | % | 11,1 ^a | 12,4 ^b | 12,7 ^b | 10,8 ^a | 1,2 | <0,001 | 0,177 | 0,001 |
| pH-Wert | | 6,65 ^b | 6,47 ^a | 6,40 ^a | 6,63 ^b | 0,13 | <0,001 | 0,799 | 0,142 |
| XP | g/kg TM | 170 ^a | 174 ^a | 176 ^a | 188 ^b | 8 | <0,001 | 0,552 | 0,070 |
| XL | g/kg TM | 34,4 ^a | 35,2 ^a | 35,8 ^a | 65,2 ^b | 3,7 | <0,001 | 0,449 | 0,513 |
| XF | g/kg TM | 254 ^b | 252 ^b | 257 ^b | 225 ^a | 11 | <0,001 | 0,511 | 0,686 |
| XA | g/kg TM | 163 ^a | 161 ^a | 159 ^a | 173 ^b | 6 | <0,001 | 0,560 | 0,173 |
| NDF | g/kg TM | 524 ^b | 520 ^b | 519 ^b | 470 ^a | 18 | <0,001 | 0,126 | 0,863 |
| ADF | g/kg TM | 363 ^c | 354 ^b | 352 ^b | 318 ^a | 15 | <0,001 | 0,927 | 0,446 |
| ADL | g/kg TM | 138 | 138 | 134 | 137 | 10 | 0,538 | 0,459 | 0,703 |
| NFC | g/kg TM | 109 | 110 | 110 | 103 | 13 | 0,086 | 0,057 | 0,763 |
| Mengeelemente im Kot | | | | | | | | | |
| Ca | g/kg TM | 15,4 ^a | 14,6 ^a | 14,9 ^a | 19,6 ^b | 2,2 | <0,001 | 0,006 | 0,417 |
| P | g/kg TM | 7,17 ^a | 7,55 ^a | 7,57 ^a | 8,86 ^b | 1,29 | <0,001 | 0,432 | 0,525 |
| Mg | g/kg TM | 7,65 ^a | 7,81 ^a | 7,81 ^a | 8,79 ^b | 0,60 | <0,001 | 0,149 | 0,400 |
| K | g/kg TM | 9,31 | 9,25 | 9,31 | 9,36 | 2,12 | 0,996 | 0,649 | 0,210 |
| Na | g/kg TM | 1,79 | 2,03 | 2,06 | 1,71 | 0,81 | 0,188 | 0,031 | 0,243 |

XP – Rohprotein; XL – Rohfett; XF – Rohfaser; NDF – Neutral-Detergenzien-Faser; ADF – Säure-Detergenzien-Faser; ADL – Säure-Detergenzien-Lignin; NFC – Nicht-Faser-Kohlenhydrate; Ca – Kalzium; P – Phosphor; Mg – Magnesium; K – Kalium; Na – Natrium; RSD – Residualstandardabweichung

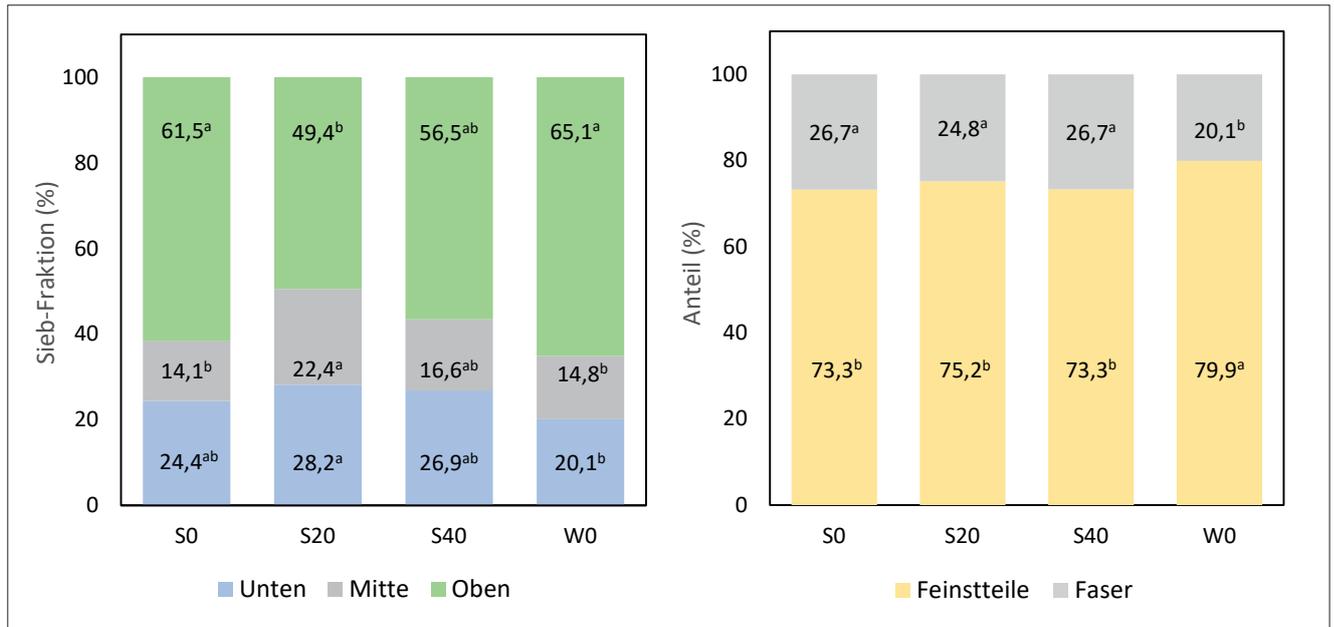


Abbildung 1: Einfluss der Fütterungsgruppe auf die Siebverteilung (Ober-, Mittel- und Untersieb) sowie den Anteil von Gesamtfaser zu Feinstteilen

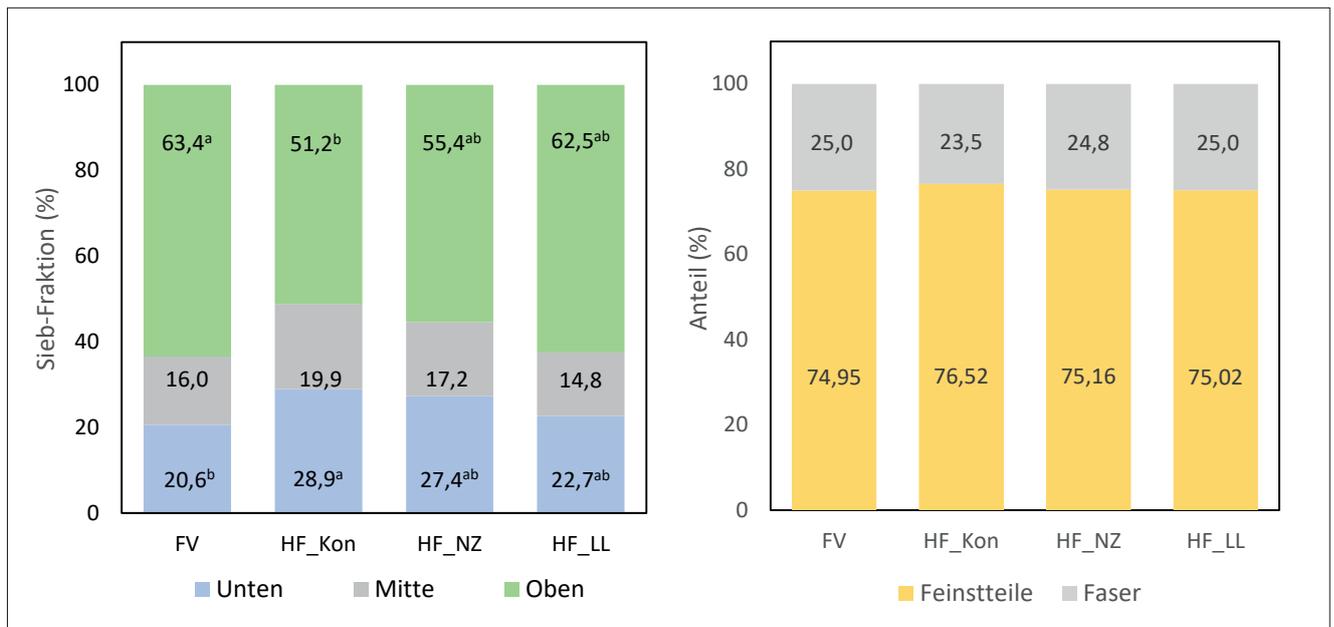


Abbildung 2: Einfluss der Rasse auf die Siebverteilung (Ober-, Mittel- und Untersieb) sowie den Anteil von Gesamtfaser zu Feinstteilen

4. Diskussion

Mit der vorliegenden Arbeit wird beschrieben wie sich unterschiedliche Rationszusammensetzungen (Kraftfutteranteil bzw. unterschiedliche Grundfutterkomponenten) auf die Verdauungsvorgänge und damit auf die Kotausscheidungen auswirken.

Auf Grund der unterschiedlichen Rationszusammensetzung der Fütterungsgruppen (S0, S20, S40 und W0) ergaben sich auch signifikante Unterschiede in der Nährstoff- und Energiekonzentration. Die Gruppe S20 und S40 zeigte die geringste Faser-Konzentration (NDF-Konzentration) und die höchste NFC- und Energie-Konzentration in der Ration. Wie aus den Ergebnissen von GRUBER et al. (2006) wirken sich auch in diesem Versuch die höheren Energie-Gehalte

positiv auf die Futtermittelaufnahme aus. Zudem wirkt sich der höhere Rohprotein-Gehalt bzw. die positive ruminale Stickstoffbilanz ebenfalls positiv auf die Futtermittelaufnahme aus (MERTENS und ELY 1979, GRUBER et al. 2006). Grund für eine hohe Futtermittelaufnahme ist einerseits eine hohe mikrobielle Fermentation und andererseits eine hohe Passagerate, wird doch die Futtermittelaufnahme maßgeblich von der Pansenfüllung bestimmt (MERTENS und ELY 1979, GRUBER et al. 2001). Demnach deuten die Ergebnisse dieses Versuches auf eine hohe mikrobielle Fermentation bzw. auf eine hohe Passagerate der Gruppe S20 und S40 hin. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass eine hohe Passagerate die Zeit für die mikrobielle Fermentation reduziert und diese Parameter damit im Widerspruch zueinander stehen (MERTENS und ELY 1979, VAN SOEST 1994). Werden diese Ergebnisse mit den Siebresiduen verglichen, ergeben sich weitere interessante Ergebnisse. Die prozentuelle Verteilung zwischen Ober-, Mittel- und Untersieb der Feststoffe im Kot (ohne Feinstteile) zeigte den geringsten Anteil im Obersieb und den höchsten Anteil im Untersieb in der Gruppe S20, gefolgt von der Gruppe S40. COTANCH und DARRAH (2012) beschrieben in diesem Zusammenhang hohe Faseranteile im Untersieb und geringen Anteile im Obersieb als Indiz für eine gute Faserverdauung. Des Weiteren war der Kot-Trockenmassegehalt in den Gruppen S20 und S40 signifikant höher als in den Vergleichsgruppen (S0 und W0). IRELAND-PERRY und STALLINGS (1993) verweisen auf den Zusammenhang zwischen Faser-Konzentration in der Ration und den Kot-Trockenmassegehalt. Dabei gehen die Ergebnisse des vorliegenden Versuches mit den Ergebnissen von IRELAND-PERRY und STALLINGS (1993) konform, wonach die geringeren Faser-Konzentrationen in der Ration der Gruppe S20 und S40 zu höheren Kot-Trockenmassegehalten führte.

Im Vergleich zur Gruppe S20 und S40 wurden in der Gruppe S0 signifikant niedrigere Protein- und Energiekonzentrationen in der Ration sowie signifikant niedrigere Kot-Trockenmasse-Gehalte erhoben. In den Siebergebnissen führte dies zu signifikant höheren Faser-Anteilen im Obersieb. SKIDMORE (1990) beschreibt geringe Kot-Trockenmasse-Gehalte in Zusammenhang mit einer beschleunigten Passagerate. Dies wiederum verkürzt die Zeit für den mikrobiellen Abbau im Pansen (MERTENS und ELY 1979), was wiederum die höheren Anteile im Obersieb erklärt. Zudem wirkt eine reduzierte Protein- und Energiekonzentration der Ration als limitierend für den mikrobiellen Faserabbau im Pansen (KIRCHGESSNER et al. 2014).

In der Gruppe S40 zeigte sich, wenn auch nicht signifikant, ein höherer Anteil im Obersieb im Vergleich zur Gruppe S20. Durch einen steigenden Kraftfutter-Anteil in der Ration sinkt der pH-Wert im Pansen und damit verbunden verschlechtern sich die Lebensbedingungen für die Zellulose spaltenden Mikroorganismen (VAN SOEST 1994). MERTENS und LOFTEN (1980) beschreiben in ihrer Arbeit ebenfalls einen reduzierten Faserabbau bei Zugabe von stärkereichem Kraftfutter (0, 40, 60 oder 80 % KF). Begründet wird dies mit einer verlängerten Lag-Phase (Verzögerungszeit) des Faserabbaus im Pansen. EL-SHAZLY et al. (1961) führten dies auf die Präferenz der fakultativ Zellulose- und stärkeabbauenden Mikroorganismen zurück, welche zuerst die leicht verdauliche Energiequelle des Kraftfutters nutzen. Weiters verweisen MERTENS und LOFTEN (1980) auf den negativen Effekt der pH-Wert Absenkung im Pansen auf den Faserabbau bei Kraftfutterergänzung.

In der Gruppe W0 wurden die höchsten XP- und NDF-Konzentrationen in der Ration erhoben. Dieser Eiweißüberschuss bei Weidehaltung (W0) führte nicht nur zu deutlich erhöhten RNB-Werten und Milchwahnhstoffgehalten, auch der XP-Gehalt im Kot lag signifikant über den Gehaltswerten der Vergleichsgruppen. Dieser hohe Gehalt an XP im Kot könnte ein Grund für den niedrigen Trockenmassegehalt des Kotes sein (osmotische Diarrhö). Dennoch deutet der signifikant höchste Anteil an Feinstteilen und signifikant niedrigste NDF-Gehalt im Kot auf eine gute Faserverdauung hin.

Auf den Einfluss des Genotypes wurde zwar kein Hauptaugenmerk gelegt, dennoch wurde er im Modell mitberücksichtigt. Bei der Kot-Beurteilung zeigten sich zwischen den Genotypen signifikante Unterschiede in den Sieb-Fraktionen. Der Anteil des Obersiebs war bei FV signifikant höher und der Anteil des Untersiebs deutlich niedriger als

bei HF_Kon. BRADE und DISTL (2015) beschrieben in diesem Zusammenhang auch tier-individuelle genetische Unterschiede im Mikrobiom, welche sich auf die Faserverdauung auswirken können. Das bedeutet, dass nicht nur zwischen Rassen sondern auch innerhalb von Rassen große Unterschiede hinsichtlich der Verdauung und damit der Verteilung der Sieb-Fraktionen auftreten können.

5. Fazit

Der höhere Kraftfutter-Anteil führte zu einer erhöhten Protein- und Energie-Konzentration in der Ration der Gruppe S20 und S40. Zudem senkte der Kraftfutter-Anteil dieser Gruppen die Faser-Konzentration. Dies führte zu einer gesteigerten Futteraufnahme, sodass die Gesamtmenge an aufgenommener Faser in der Gruppe S40 sogar am höchsten war. Die hohe Futteraufnahme und der geringe Anteil an Faser im Obersieb der Gruppe S20 und S40 deuten demnach auf eine gute Faserverdauung hin. Allerdings zeigte sich, wenn auch nicht signifikant, dass eine Erhöhung des Kraftfutteranteils (Gruppe S40) zu einer Erhöhung des Faseranteils im Obersieb führt.

Die prozentuelle Verteilung in Ober-, Mittel- und Untersieb der Feststoffe des Kotes eignen sich bei gleicher Grundfütterration zur Beurteilung der Verdauungsabläufe und der damit verbundenen Futtereffizienz.

6. Literatur

BRADE, W. und O. DISTL, 2015: Das ruminale Mikrobiom des Rindes - Teil 1: Bakterien – zentraler Bestandteil des Pansenmikrobioms. Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 93.

COTANCH, K. und J. DARRAH, 2012: Fecal fractions of the Nasco Digestion Analyser/Cargill Manure Screener. Farm Report June 2012, 7.

EL-SHAZLY, K., B. DEHORITY und R. JOHNSON, 1961: Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 20, 268-273.

GAPPMAYER, S. und T. TÜCHLER, 2020: Kotbeurteilung: Die Kuhflade unter die Lupe nehmen. ÖAG-Info 3/2020, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft, Irdning-Donnersbachtal, 12 S.

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., 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, Irdning, 11-36.

GRUBER, L., M. PRIES, F.J. SCHWARZ, H. SPIEKERS und W. STAUDACHER, 2006: Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1, 1-29.

IRELAND-PERRY, R.L. und C.C. STALLINGS, 1993: Fecal Consistency as Related to Dietary Composition in Lactating Holstein Cows. J. Dairy Sci. 76, 1074-1082.

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

MERTENS, D.R. und L.O. ELY, 1979: A Dynamic Model of Fiber Digestion and Passage in the Ruminant for Evaluating Forage Quality. J. Anim. Sci. 49, 1085-1095.

MERTENS, D.R. und J.R. LOFTEN, 1980: The Effect of Starch on Forage Fiber Digestion Kinetics *in vitro*. J. Dairy Sci. 63, 1437-1446.

SKIDMORE, A., 1990: Beurteilung der Kotkonsistenz. Herd Health and Production Management in Dairy Production, Wageningen 1997, 250.

VAN SOEST, P.J., 1994: Nutritional ecology of the ruminant. 2nd edition, Cornell University Press, Ithaca and London.

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.

Methanemissionen von österreichischen Milchkühen: Wie groß ist der Einfluss von Genotyp und Kraftfutterniveau?

*Methane emissions of Austrian dairy cows: How big is the
effect of genotype and concentrate level?*

Georg Terler^{1*}, Ramona Hotschnig^{2*}, Christian Fasching¹, Daniel
Eingang¹, Gregor Huber¹, Stefanie Gappmaier¹, Werner Zollitsch²

Zusammenfassung

Neben anderen Sektoren ist auch die Landwirtschaft gefordert, ihren Beitrag zur Reduktion der Auswirkungen des Klimawandels zu leisten. Da Methan (CH₄)-Emissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer den größten Teil der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen ausmachen, gilt es daher vor allem in diesem Bereich nach Reduktionsstrategien zu forschen. In einem Forschungsprojekt an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde daher untersucht, inwiefern CH₄-Emissionen von österreichischen Milchkühen durch die Wahl des Genotyps und durch den Kraftfutteranteil in der Ration beeinflusst werden können. Für diesen Versuch wurden 52 Milchkühe vier verschiedener Genotypen (Fleckvieh – FV, Holstein_Hochleistung – HF_HL, Holstein_Lebensleistung – HF_LL, HF_Neuseeland – HF_NZ) ausgewählt und mit unterschiedlich hohen Kraftfutteranteilen gefüttert. Über zwei Tage hinweg wurde in Respirationskammern die Methan (CH₄)-Produktion dieser Kühe gemessen und gleichzeitig die Futteraufnahme und Milchleistung erhoben. Hinsichtlich Futteraufnahme und Milchleistung wurde zwischen den Genotypen kein signifikanter Unterschied festgestellt. Die tägliche CH₄-Produktion und die CH₄-Produktion pro kg Grund- und Gesamtfutteraufnahme war dagegen bei den HF_LL-, HF_NZ-Genotypen niedriger als bei FV. Weiters unterschieden sich auch die HF_LL- und die HF_HL-Kühe signifikant in diesen Parametern. Auf die CH₄-Produktion pro kg Energie-korrigierter (ECM)-Leistung hatte der Genotyp dagegen keinen Einfluss. Mit zunehmendem Kraftfutteranteil in der Ration stiegen Gesamtfutteraufnahme und ECM-Leistung an, während die Grundfutteraufnahme zurückging. Ebenso stiegen die tägliche CH₄-Produktion und die CH₄-Produktion pro kg Gesamtfutteraufnahme mit zunehmendem Kraftfutteranteil an, wobei jedoch eine signifikante Genotyp × Kraftfutteranteil-Wechselwirkung festgestellt wurde. Die CH₄-Produktion pro kg ECM-Leistung nahm dagegen mit steigendem Kraftfutteranteil in der Ration ab. Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts weisen auf Unterschiede in der CH₄-Produktion zwischen Milchkühen-Genotypen hin, was züchterisches Potential für die Reduktion von CH₄-Emissionen erkennen lässt. Die Gründe für die Unterschiede zwischen den Genotypen sollen im Zuge von weiteren Auswertungen noch genauer untersucht werden. Die Steigerung des Kraftfutteranteils in der Ration führt zu einem Rückgang der CH₄-Emissionen pro kg ECM-Leistung. Gleichzeitig steigen jedoch die täglichen CH₄-Emissionen an, weshalb eine Anhebung des Kraftfutteranteils nur dann einen positiven Effekt auf den Klimawandel hat, wenn gleichzeitig die Tierbestände reduziert werden.

Schlagwörter: Methanemissionen, Genotyp, Kraftfutteranteil, Futteraufnahme, Milchleistung

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

² Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

* Beide Erstautoren, Ansprechpartner: Dr. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

Summary

Besides other sectors, agriculture should also contribute to the reduction of effects of global warming. As methane emissions from enteric fermentation of ruminants account for the majority of agricultural greenhouse gas emissions, it is necessary to research for mitigation strategies in this area. Therefore, a research project at AREC Raumberg-Gumpenstein aimed at studying the effect of genotype and concentrates proportion in the ration on methane emissions of Austrian dairy cows. 52 dairy cows of four different genotypes (Simmental – FV, Holstein Friesian_high yielding – HF_HL, Holstein Friesian_longevity – HF_LL, Holstein_New Zealand – HF_NZ) were chosen for this trial and fed rations with different concentrates proportion. Methane production as well as feed intake and milk yield of these cows was recorded for two days in respiration chambers. Feed intake and milk yield did not differ between genotypes. Daily CH₄ production and CH₄ production per kg forage intake and per kg total feed intake was lower in HF_LL and HF_NZ genotypes compared to FV. Furthermore, a significant difference was also found between HF_LL and HF_HL cows regarding these parameters. However, genotype did not influence CH₄ production per kg energy-corrected milk (ECM) yield. Total feed intake and ECM yield rose and forage intake decreased with increasing concentrates proportion in the ration. Furthermore, daily CH₄ production and CH₄ production per kg total feed intake also increased with rising concentrates proportion. However, a significant interaction of genotype and concentrates proportion was found for these parameters. In contrast, CH₄ production per kg ECM yield declined with increasing concentrates proportion. The results of this research project show differences in methane production between genotypes, which indicates a potential for reduction of CH₄ emissions by breeding measures. The reasons for these differences between genotypes will be studied more in detail by doing additional analyses. The increase of concentrates proportion in the ration results in a decrease of methane emissions per kg ECM yield. However, daily CH₄ emissions increased with rising concentrates proportion. Thus, increasing the use of concentrates has a positive effect on climate change only, if number of cows is reduced simultaneously.

Keywords: methane emissions, genotype, concentrates proportion, feed intake, milk yield

Einleitung

Die fortschreitende Klimaerwärmung erfordert die möglichst rasche Umsetzung von Maßnahmen, um die Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten Jahrzehnten und Jahrhunderten auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Neben anderen Sektoren trägt auch die Landwirtschaft zum Treibhauseffekt bei, welcher für die Erwärmung des Erdklimas verantwortlich ist. Daher ist auch die Landwirtschaft gefordert, durch geeignete Maßnahmen die Treibhausgas (THG)-Emissionen zu reduzieren. Diese Maßnahmen sollten sowohl auf direkte als auch auf indirekte THG-Emissionen abzielen. Direkte THG-Emissionen entstehen unmittelbar in der Landwirtschaft. Dazu zählen die Verdauung in Wiederkäuermägen, die Düngung landwirtschaftlicher Böden, das Wirtschaftsdüngermanagement sowie der Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft (UMWELTBUNDESAMT 2020). Indirekte, landwirtschaftliche THG-Emissionen werden anderen Sektoren (z.B. Verkehr) zugeordnet, haben ihre Ursache jedoch in der Landwirtschaft (z.B. Transport von Futtermitteln). Der Anteil der direkten, landwirtschaftlichen THG-Emissionen an den gesamten THG-Emissionen beträgt in Österreich rund 10 %. Rund die Hälfte davon ist auf Methanemissionen aus der Verdauung in Wiederkäuermägen zurückzuführen (UMWELTBUNDESAMT 2020).

Methan (CH₄) hat eine deutlich höhere Klimawirksamkeit als Kohlendioxid (CO₂). Bei den offiziellen Klimabilanzierungen wird meist eine 100-jährige Betrachtung des globalen Erwärmungspotentials (Global Warming Potential 100 – GWP100) angewandt. Bislang wurde bei dieser Betrachtungsweise für CH₄ eine 25-fache Klimawirksamkeit im Vergleich zu CO₂ unterstellt (IPCC 2007, UMWELTBUNDESAMT 2020). Aufgrund neuerer, wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde dieser Umrechnungsfaktor auf 28 nach oben korrigiert (IPCC 2013). Bei einer detaillierteren Betrachtung der Auswirkungen des Klimawandels wird auch berücksichtigt, dass die natürliche THG-Bindungs Kapazität der Ozeane und der Land-Biomasse mit zunehmender Klimaerwärmung abnimmt (carbon climate feedback). Bei Miteinbeziehung dieser Zusammenhänge ergibt sich für CH₄ eine 34-fache Klimawirksamkeit im Vergleich zu CO₂. Werden diese neueren Umrechnungsfaktoren bei der Klimabilanzierung eingesetzt, so erhöht sich naturgemäß der Anteil des CH₄ an den gesamten THG-Emissionen. Neben dem GWP100 werden jedoch auch andere Betrachtungszeiträume für die Auswirkungen des Klimawandels diskutiert und verwendet. Aufgrund sehr unterschiedlicher Lebensdauern der THG in der Atmosphäre ergeben sich je nach Betrachtungszeitraum unterschiedliche Umrechnungsfaktoren für die THG. Das CO₂ hat eine Lebensdauer in der Atmosphäre, welche weit über den im GWP100 betrachteten Zeitraum hinausgeht, während die Lebensdauer von CH₄ mit 12,4 Jahren vergleichsweise kurz ist (IPCC 2013, GUGGENBERGER et al. 2020). Wird nun ein 500-jähriger Betrachtungszeitraum für das globale Erwärmungspotential verwendet (GWP500), so wird ein größerer Teil der Wirkung des CO₂ erfasst. Daher weist CH₄ bei dieser Betrachtungsweise eine nur rund 8-mal höhere Klimawirksamkeit auf als CO₂ (IPCC 2007, GUGGENBERGER et al. 2020), wodurch der Anteil der landwirtschaftlichen an den gesamten THG-Emissionen deutlich niedriger wäre. Andererseits werden auch häufig 20 Jahre als Betrachtungszeitraum für das globale Erwärmungspotential (GWP20) herangezogen. Diese Betrachtungsweise zeigt auf, in welchen Bereichen rasche Effekte bei der Reduktion der Auswirkungen des Klimawandels erzielbar sind. Verwendet man diesen Betrachtungszeitraum, so liegt der Umrechnungsfaktor für CH₄ bei 84 (IPCC 2013, GUGGENBERGER et al. 2020), da in diesem Fall ein noch kleinerer Teil der Wirkung von CO₂-Emissionen berücksichtigt wird als beim GWP100. Das hat zur Folge, dass der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten THG-Emissionen bei Verwendung des GWP20 deutlich höher ausfällt als beim GWP100.

Die oben beschriebenen Betrachtungsweisen mögen einen Einfluss auf die Bedeutung von CH₄-Emissionen in Klimabilanzen haben. Außer Streit steht jedoch, dass auch die weltweiten CH₄-Emissionen reduziert werden müssen, womit auch die Landwirtschaft, und im speziellen die Viehwirtschaft, gefordert ist. Eine Reduktion von CH₄-Emissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern kann durch die Reduktion der Tierzahl, durch Maßnahmen in Management, Zucht und Fütterung sowie durch die Veränderung der Mikrobienzusammensetzung und der Verdauungsvorgänge im Pansen erzielt werden (BEAUCHEMIN et al. 2020). Managementmaßnahmen umfassen die Steigerung der Produktivität und der Effizienz (geringere CH₄-Emissionen pro Einheit erzeugtem Produkt), Verringerung von Tierverlusten und Erhöhung der Nutzungsdauer. Weiters gibt es derzeit internationale Bestrebungen zur Entwicklung von Zuchtwerten für das Merkmal CH₄-Produktion (BRADE und DISTL 2015, BEAUCHEMIN et al. 2020). Im Bereich der Fütterung kann durch Erhöhung des Stärkegehalts und Senkung des Fasergehalts der Ration (Erhöhung Maissilage- oder Kraftfutteranteil, Erhöhung der Grundfutterqualität) oder durch Zufütterung von Futterfetten eine Reduktion der CH₄-Emissionen erreicht werden (BRADE und DISTL 2015, JAYASUNDARA et al. 2016, BEAUCHEMIN et al. 2020). Die Mikrobienzusammensetzung und die Verdauungsvorgänge im Pansen können einerseits durch Impfung des Wirtstieres und Defaunation (Entfernung von Protozoen aus dem Pansen) oder andererseits durch den Einsatz von Futterzusätzen beeinflusst werden (BRADE und DISTL 2015). Zu den CH₄-reduzierenden Futterzusätzen zählen unter anderem chemische Inhibitoren (z.B. 3-Nitrooxypropanol), anorganische Futterzusätze (z.B. Nitrat), antibiotisch wirksame Substanzen (z.B. Monensin), organische Säuren (z.B.

Propionsäure-Vorstufen) und natürliche Extrakte (z.B. Tannin- oder Saponin-haltige Pflanzen, Hefen, Algen) (BRADE und DISTL 2015, JAYASUNDARA et al. 2016, BEAUCHEMIN et al. 2020). In der Folge wird nur auf den Einfluss der Zucht und des Kraftfutteranteils der Ration auf die CH₄-Produktion von Rindern eingegangen, da dies die Fragestellung des vorliegenden Projektes war.

Studien zum Einfluss der Rasse oder des Genotyps auf die CH₄-Emissionen liegen bislang kaum vor. Die Ergebnisse der bereits durchgeführten Versuche deuten jedoch darauf hin, dass Unterschiede zwischen den Rassen gering sind (MÜNGER und KREUZER 2008, UDDIN et al. 2020). Deutlich mehr Forschung wird im Hinblick auf die Entwicklung von Zuchtwerten für die CH₄-Produktion betrieben. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die CH₄-Produktion eine mittlere Erbllichkeit aufweist und somit eine Reduktion von CH₄-Emissionen durch züchterische Maßnahmen möglich ist (PICKERING et al. 2015). Die Herausforderung liegt eher darin Leistungsprüfungsdaten für eine große Zahl an Tieren zu generieren, anhand welcher der Zuchtwert für die CH₄-Produktion geschätzt werden kann. Da die Messung der CH₄-Produktion von vielen Tieren schwierig ist, wird derzeit intensiv nach Hilfsgrößen (Proxies) gesucht, welche für die Schätzung der CH₄-Produktion herangezogen werden können. Vielversprechende Hilfsgrößen sind laut NEGUSSIE et al. (2017) das Lebendgewicht, die Milchleistung sowie die Fettsäuren-Zusammensetzung und das MIR-Spektrum der Milch. Diese Merkmale weisen eine mittlere bis hohe Korrelation zur CH₄-Produktion auf und sind einfach und billig zu erheben.

Die Erhöhung des Kraftfutteranteils führte in vorangegangenen Untersuchungen zu einem Anstieg der täglichen CH₄-Emissionen pro Tier, was auf eine steigende Futteraufnahme zurückzuführen war (HINDRICHSEN et al. 2006, MUÑOZ et al. 2015). Bezogen auf die Trockenmasse (TM)-Aufnahme und die Milchleistung ging die CH₄-Produktion jedoch zurück, was durch den geringeren Gehalt an Neutral-Detergentien-Faser (NDF) in der Ration zu erklären ist (HINDRICHSEN et al. 2006, AGUERRE et al. 2011, VAN GASTELEN et al. 2019, BEAUCHEMIN et al. 2020). Im Gegensatz dazu fanden MUÑOZ et al. (2015) bei Weidefütterung keinen Einfluss des Kraftfutteranteils auf die CH₄-Emissionen pro kg TM und pro kg Milchleistung. Allerdings unterschieden sich die eingesetzten Kraftfutteranteile wesentlich zwischen den Studien. Während HINDRICHSEN et al. (2006) und AGUERRE et al. (2011) bis zu 50 bzw. 53 % Kraftfutter einsetzten, lag im Versuch von MUÑOZ et al. (2015) der maximale Kraftfutteranteil bei nur rund 23 %. Das würde darauf hindeuten, dass ein positiver Einfluss des Kraftfutteranteils erst bei sehr hohen Kraftfuttermengen zu erwarten ist.

Im Rahmen des umfassenden Milcheffizienz-Projektes an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden erstmals in Österreich experimentelle Messungen der CH₄-Produktion von Milchkühen in Respirationsskammern durchgeführt. Ziel dieses Forschungsprojektes war, den Einfluss von Genotyp und Kraftfutterniveau in der Ration auf die CH₄-Produktion von österreichischen Milchkühen zu untersuchen. Ergänzend dazu wurden auch die Futteraufnahme und die Milchleistung der Tiere während der Respirationmessungen erfasst. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes verfasst Frau Ramona Hotschnig ihre Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die ersten Ergebnisse ihrer Auswertungen und liefert erstmals experimentelle Daten zur CH₄-Produktion von Milchkühen unter österreichischen Produktionsbedingungen. Detailliertere Ergebnisse zu weiterführenden Auswertungen werden zu einem späteren Zeitpunkt in der Masterarbeit von Frau Hotschnig veröffentlicht.

Material und Methoden

Tiere und Fütterung

Für die Messungen der CH₄-Produktion in den Respirationsskammern wurden 52 Milchkühe aus dem Forschungsprojekt „Milcheffizienz“ (GRUBER 2013) verwendet. In diesem

Projekt wurde zwischen vier verschiedenen Genotypen unterschieden (Fleckvieh – FV, Holstein_Hochleistung – HF_HL, Holstein_Lebensleistung – HF_LL und Holstein_Neuseeland – HF_NZ). Einen Überblick über die verwendeten Versuchstiere gibt *Tabelle 1*.

Tabelle 1: Überblick über die im Versuch verwendeten Milchkühe verschiedener Genotypen

| | FV | HF_HL | HF_LL | HF_NZ |
|--------------------------------|-----|-------|-------|-------|
| Anzahl | 14 | 13 | 10 | 15 |
| Ø Lebendgewicht, kg | 693 | 679 | 600 | 618 |
| Ø Laktationszahl | 3,0 | 2,6 | 3,5 | 4,3 |
| Ø Laktationstage zu Messbeginn | 168 | 194 | 153 | 201 |

FV = Fleckvieh; HF_HL = Holstein_Hochleistung; HF_LL = Holstein_Lebensleistung; HF_NZ = Holstein_Neuseeland

Die Tiere wurden vor und nach den Respirationsmessungen im modernen Laufstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gehalten. Das verabreichte Futter setzte sich aus einer Grundfuttermischung (40 % Grassilage, 30 % Heu und 30 % Maissilage auf TM-Basis) und einer Kraftfuttermischung (25 % Körnermais, 24 % Gerste, 8 % Weizen, 8 % Trockenschnitzel, 5 % Weizenkleie, 15 % Sojaextraktionsschrot HP, 15 % Rapsextraktionsschrot) zusammen. Die verabreichte Kraftfuttermenge richtete sich einerseits nach dem Versuchsansatz im Forschungsprojekt „Milcheffizienz“ und andererseits nach dem Laktationsstadium der Tiere. In den Respirationskammern wurde das Kraftfutter in mindestens 4 Teilgaben verabreicht, wobei die maximale Menge von 2 kg pro Teilgabe nicht überschritten wurde. Die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Grund- und Kraftfuttermischung sind in *Tabelle 2* dargestellt.

Tabelle 2: Durchschnittlicher Nährstoffgehalt des im Versuch eingesetzten Grund- und Kraftfutters

| | Grundfutter | Kraftfutter |
|---|-------------|-------------|
| Trockenmasse (TM), g/kg FM | 394,6 | 892,5 |
| Rohprotein (XP), g/kg TM | 146,2 | 204,4 |
| Rohfett (XL), g/kg TM | 29,0 | 25,7 |
| Rohfaser (XF), g/kg TM | 265,8 | 72,4 |
| Rohasche (XA), g/kg TM | 101,8 | 42,5 |
| Organische Masse (OM), g/kg TM | 898,2 | 957,5 |
| Neutral-Detergentien-Faser (NDF), g/kg TM | 490,6 | 226,6 |
| Säure-Detergentien-Faser (ADF), g/kg TM | 324,9 | 103,9 |
| Säure-Detergentien-Lignin (ADL), g/kg TM | 40,7 | 23,1 |
| Nicht-Faserkohlenhydrate (NFC), g/kg TM | 232,4 | 513,4 |
| Umsetzbare Energie (ME), MJ/kg TM | 9,85 | 12,55 |
| Nettoenergie Laktation (NEL), g/kg TM | 5,86 | 7,28 |

Ablauf der Respirationsmessungen

Die Messung der CH₄-Emissionen der Milchkühe wurde in den Respirationskammern der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die beiden baugleichen Respirationskammern sind luftdichte Anlagen, welche jeweils durch ein kontrolliertes Lüftungssystem belüftet wurden. Luft aus dem Inneren der Kammern („Kammerluft“) wurde durch eine Vakuumpumpe stetig abgepumpt. Frische Luft konnte entlang eines Druckgradienten in die Kammer nachströmen, welcher durch einen leichten Unterdruck in den Kammern verursacht wurde. Das Volumen der aus der Kammer abgepumpten Luft und die darin enthaltene CH₄-Konzentration wurden alle 12 Minuten gemessen (Volumenstrommesser: Flügelradstromsensor ZS25, Höntzsch, Waiblingen, Deutschland; Gasmessgerät: Photoacoustic Gas Monitor Innova 1412i, LumaSense, Frankfurt/Main, Deutschland). Weiters wurde die Kammerluft durch eine Klimaanlage stetig auf 20 °C und 60 % relative Luft-

feuchtigkeit konditioniert. Vor Beginn der Untersuchungen wurde die Dichtheit der Kammern mit Hilfe eines Gaswiederfindungstests geprüft und eine Kalibrierung des Volumenstrommessers und des Gasmessgeräts durchgeführt.

Jede im Versuch verwendete Kuh wurde maximal einmal pro Jahr für maximal 4 Tage in den Respirationskammern gehalten. Die Kühe wurden jeweils montags um 08:00 in die Respirationskammern eingestallt und anschließend bis mittwochs 04:30 an die neue Umwelt gewöhnt. Unmittelbar anschließend begann die 2-tägige Versuchsphase, in der alle Messdaten erhoben wurden. Nach Ende der Versuchsphase am Freitag wurden die Kühe wieder ausgestallt. Zweimal täglich (05:30 und 16:00 Uhr) betrat ein Mitarbeiter die Respirationskammern, um die Kühe zu füttern und zu melken und das Wohlbefinden der Kühe zu überprüfen. Vor dem Ein- und nach dem Ausstallen wurde das Lebendgewicht der Kühe ermittelt. Während der Versuchsphase in den Respirationskammern wurde, neben der CH₄-Produktion, auch die tägliche Grund- und Kraftfutteraufnahme sowie die Milchleistung erhoben. Weiters wurden auch Milchproben entnommen und an das Qualitätslabor St. Michael des LKV Steiermark zur Untersuchung der Milchinhaltsstoffe geschickt.

Aufbereitung und statistische Auswertung der Daten

Vor der statistischen Auswertung wurden die Daten von Volumen- und Gasmessgerät auf Standardtemperatur, -luftfeuchtigkeit und -luftdruck korrigiert. Weiters wurden alle erhobenen Daten mit dem Programm Statgraphics Centurion XVII auf Plausibilität geprüft. Während der Fütterungs- und Melkzeiten kam es durch die Öffnung der Kammertüren zu einem unkontrollierten Zustrom von Frischluft, der die Messungen störte. Die Messwerte während dieser Zeiten wurden daher mit Hilfe des oben genannten Programms korrigiert. Um unvermeidliche Gasverluste während des gesamten Messprozesses berücksichtigen zu können, wurden zudem die produzierten Gasmengen mit Hilfe der Gaswiederfindungsrate korrigiert. Die Gaswiederfindungsrate wurde vor Beginn des Versuchs für jede Respirationskammer separat erhoben.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 und der Prozedur MIXED. Im Modell wurden der Genotyp (fixe Variable: FV, HF_HL, HF_LL, HF_NZ), der Kraftfutteranteil in der Ration (Regressionsvariable - linearer und quadratischer Effekt), die Laktationsnummer (fixe Variable: 1, 2-3, >3), der Laktationstag, die Gesamtfutteraufnahme (jeweils Regressionsvariablen) und die Wechselwirkung Genotyp × Kraftfutteranteil verwendet. Weiters wurden der Messdurchgang, der Messtag während eines Messdurchgangs und die Kammernummer als zufällige Effekte berücksichtigt. Für die Auswertung der Grund- und Gesamtfutteraufnahme wurde die Gesamtfutteraufnahme aus dem Modell entfernt, da ansonsten die statistische Auswertung nicht möglich gewesen wäre. Ein signifikanter Einfluss eines Modellfaktors wurde angenommen, wenn der p-Wert unter 0,05 lag. Der paarweise Mittelwert-Vergleich wurde mit Hilfe des Tukey-Tests durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Futteraufnahme und Milchproduktion

Die höchste tägliche Gesamtfutteraufnahme (17,8 kg TM) und Energie-korrigierte Milch (ECM)-Leistung (25,3 kg) wurde beim Genotyp HF_HL festgestellt (*Tabelle 3*). Allerdings war der Unterschied zu allen anderen Genotypen, wie auch bei der Grund- und Kraftfutteraufnahme sowie bei den Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff), nicht signifikant. In diese Auswertung gingen jedoch jeweils nur zwei Tage pro Tier ein. Für die Erstellung des Zwischenberichts des Forschungsprojekts „Milcheffizienz“ wurde dagegen der Unterschied zwischen diesen Genotypen in der Laktationsleistung aus-

Tabelle 3: Einfluss von Genotyp und Kraftfutteranteil in der Ration auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe von Milchkühen

| | GF- Aufnahme kg TM/d | KF- Aufnahme kg TM/d | GES- Aufnahme kg TM/d | Milch kg/d | ECM kg/d | Fett % | Eiweiß % | Laktose % | Harnstoff mg/100 ml |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|-------------|-----------|-------------|--------------|------------------------|
| Genotyp | | | | | | | | | |
| FV | 13,8 | 3,3 | 17,1 | 21,1 | 21,9 | 4,52 | 3,38 | 4,78 | 29,0 |
| HF_HL | 14,3 | 3,5 | 17,8 | 24,7 | 25,3 | 4,43 | 3,32 | 4,69 | 25,8 |
| HF_LL | 12,0 | 3,5 | 15,3 | 18,5 | 17,8 | 4,19 | 3,14 | 4,70 | 30,5 |
| HF_NZ | 12,8 | 3,3 | 15,9 | 17,9 | 20,7 | 5,04 | 3,71 | 4,72 | 23,8 |
| Statistik | | | | | | | | | |
| p Genotyp | 0,080 | 0,514 | 0,212 | 0,163 | 0,101 | 0,483 | 0,137 | 0,663 | 0,078 |
| p KF-Anteil linear | 0,336 | <0,001 | <0,001 | 0,004 | <0,001 | 0,066 | 0,137 | 0,038 | 0,496 |
| p KF-Anteil quadratisch | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,007 | 0,002 | 0,089 | 0,162 | 0,061 | 0,486 |
| p Genotyp × KF-Anteil | 0,509 | 0,112 | 0,782 | 0,143 | 0,215 | 0,825 | 0,430 | 0,731 | 0,167 |
| rSD | 0,9 | 0,1 | 1,0 | 0,8 | 1,1 | 0,29 | 0,13 | 0,11 | 3,8 |

GF = Grundfutter; KF = Kraftfutter; GES = Gesamtfutter; ECM = Energie-korrigierte Milch; TM = Trockenmasse; FV = Fleckvieh; HF_HL = Holstein_Hochleistung; HF_LL = Holstein_Lebensleistung; HF_NZ = Holstein_Neuseeland; rSD = Residualstandardabweichung

gewertet (GRUBER et al. 2018). Hierbei wiesen die HF_HL-Kühe die signifikant höchste und die HF_LL-Kühe die signifikant niedrigste ECM-Leistung auf. Die beiden weiteren Genotypen (FV und HF_NZ) lagen dazwischen und unterschieden sich nicht voneinander.

Mit zunehmendem Kraftfutteranteil in der Ration stiegen die Gesamtfutteraufnahme und die ECM-Leistung an, die Grundfutteraufnahme ging jedoch zurück (*Abbildung 1*). Auch im Zwischenbericht des Forschungsprojekts Milcheffizienz stieg die Laktationsleistung mit steigendem Kraftfutteranteil signifikant an (GRUBER et al. 2018). In der aktuellen Auswertung ging die Gesamtfutteraufnahme jedoch ab einem Kraftfutteranteil von 20 % in der Ration leicht zurück. Dieser Umstand ist dadurch zu erklären, dass bei vergleichbarer Kraftfutteraufnahme deutlich unterschiedliche Grundfutteraufnahmen festgestellt wurden. Somit ergab sich bei Kühen mit geringer Grundfutteraufnahme (und damit auch geringer Gesamtfutteraufnahme) ein höherer Kraftfutteranteil in der Ration. Die ECM-Leistung stieg bei den Genotypen HF_HL und HF_LL mit steigendem Kraftfutteranteil in der Ration stärker an als bei den anderen beiden Genotypen, die Wechselwirkung war jedoch nicht signifikant.

Methanproduktion

Hinsichtlich der CH₄-Produktion wurden signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen festgestellt (*Tabelle 4*). Die tägliche CH₄-Produktion sowie die CH₄-Produktion pro kg Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme war beim HF_LL-Genotyp signifikant niedriger als bei den HF_HL- und FV-Kühen. Auch der Genotyp HF_NZ wies in allen drei Parametern signifikant niedrigere Werte auf als FV, zwischen HF_NZ und HF_HL wurden dagegen keine Unterschiede festgestellt. Die CH₄-Produktion pro kg ECM-Leistung unterschied sich nicht zwischen den untersuchten Genotypen. Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen, stellten HYNES et al. (2016) und FERRIS et al. (2020) zwischen Holstein Friesian- und Schwedisches Rotvieh × Holstein Friesian-Kühen keine Unterschiede in der täglichen CH₄-Produktion und der CH₄-Produktion pro kg ECM-Leistung fest.

Die vergleichsweise niedrigen täglichen CH₄-Emissionen der HF_LL- und HF_NZ-Genotypen lassen sich zum Teil durch das geringere Körpergewicht und die etwas geringere Milchleistung dieser Tiere erklären. In der Studie von GARNSWORTHY et al. (2012) mit 215 Milchkühen ging die tägliche CH₄-Produktion je kg Lebendgewicht um 0,13 g und je kg Milchleistung um 1,08 g zurück. Zu Gänze lässt sich der Unterschied in den täglichen

Tabelle 4: Einfluss von Genotyp und Kraftfutteranteil in der Ration auf die Methanproduktion von Milchkühen

| | CH ₄ pro Tag g | CH ₄ pro kg GF-Aufnahme g | CH ₄ pro kg GES-Aufnahme g | CH ₄ pro kg ECM g |
|-------------------------|------------------------------|---|--|---------------------------------|
| Genotyp | | | | |
| Fleckvieh | 379 ^c | 28,9 ^c | 22,6 ^c | 18,4 |
| HF_Hochleistung | 376 ^{bc} | 28,7 ^{bc} | 22,2 ^{bc} | 16,3 |
| HF_Lebensleistung | 295 ^a | 22,6 ^a | 18,0 ^a | 18,5 |
| HF_Neuseeland | 335 ^{ab} | 25,6 ^{ab} | 20,0 ^{ab} | 17,2 |
| Statistik | | | | |
| p Genotyp | 0,015 | 0,034 | 0,028 | 0,256 |
| p KF-Anteil linear | 0,006 | 0,006 | 0,005 | 0,001 |
| p KF-Anteil quadratisch | 0,094 | 0,292 | 0,040 | 0,005 |
| p Genotyp × KF-Anteil | 0,017 | 0,018 | 0,008 | 0,124 |
| rSD | 9 | 0,9 | 0,7 | 0,9 |

GF = Grundfutter; GES = Gesamtfutter; ECM = Energie-korrigierte Milch; HF = Holstein Friesian; KF = Kraftfutter; rSD = Residualstandardabweichung

CH₄-Emissionen zwischen diesen beiden Genotypen und FV bzw. HF_HL dadurch jedoch nicht erklären. Weiters bleibt auch offen, worauf die niedrigeren CH₄-Emissionen pro kg Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme der HF_LL- und HF_NZ-Kühe zurückzuführen sind. Ein möglicher Grund könnten eine schlechtere Verdauung des aufgenommenen Futters sein. Um dies zu klären, wird im Zuge der weiteren Auswertung auch die Verdaulichkeit der Ration durch die Versuchstiere analysiert.

Der Kraftfutteranteil hatte einen signifikanten Einfluss auf die tägliche CH₄-Produktion und die CH₄-Produktion pro kg Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme sowie pro kg ECM-Leistung. Mit zunehmendem Kraftfutteranteil ging die CH₄-Produktion pro kg ECM-Leistung zurück (*Abbildung 1*). Bei Fleckvieh war jedoch zwischen 20 und 30 % Kraftfutteranteil ein leichter Anstieg der CH₄-Produktion pro kg ECM-Leistung zu beobachten. Bei der täglichen CH₄-Produktion und der CH₄-Produktion pro kg Grund- und Gesamtfutteraufnahme wurde eine signifikante Genotyp × Kraftfutteranteil-Wechselwirkung festgestellt. Beim HF_NZ-Genotyp änderte sich die tägliche CH₄-Produktion und die CH₄-Produktion pro kg Gesamtfutteraufnahme mit steigendem Kraftfutteranteil kaum (*Abbildung 1*). Bei allen anderen Genotypen stiegen beide Parameter mit zunehmendem Kraftfutteranteil an, wobei die CH₄-Produktion bei FV weniger stark anstieg als bei den beiden HF-Genotypen. Weiters wurde festgestellt, dass sich die Zunahme der täglichen CH₄-Produktion und der CH₄-Produktion pro kg Gesamtfutteraufnahme mit zunehmendem Kraftfutteranteil abschwächt.

WANG et al. (2020) tauschten in einem Versuch mit trockenstehenden Schafen Kraftfutter zunehmend durch Luzerneheu aus. Ähnlich wie im aktuellen Versuch ging die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme mit zunehmendem Luzerne- und sinkenden Kraftfutteranteil zurück. Im Gegensatz dazu nahm in der Studie von AGUERRE et al. (2011) die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme und pro kg ECM bei steigendem Kraftfuttereinsatz (und vergleichbarer täglicher TM-Aufnahme) signifikant ab. Auch VAN GASTELLEN et al. (2019) und BEAUCHEMIN et al. (2020) kamen in ihren Reviews zum Schluss, dass die Zunahme des Kraftfuttereinsatzes die CH₄-Produktion pro kg Futteraufnahme bzw. pro kg produziertes Produkt reduziert. BEAUCHEMIN et al. (2020) führten das darauf zurück, dass bei Kraftfutter-reicher Fütterung im Pansen mehr Wasserstoff für die Bildung von Propionsäure benötigt wird und somit weniger Wasserstoff für die Bildung von CH₄ zur

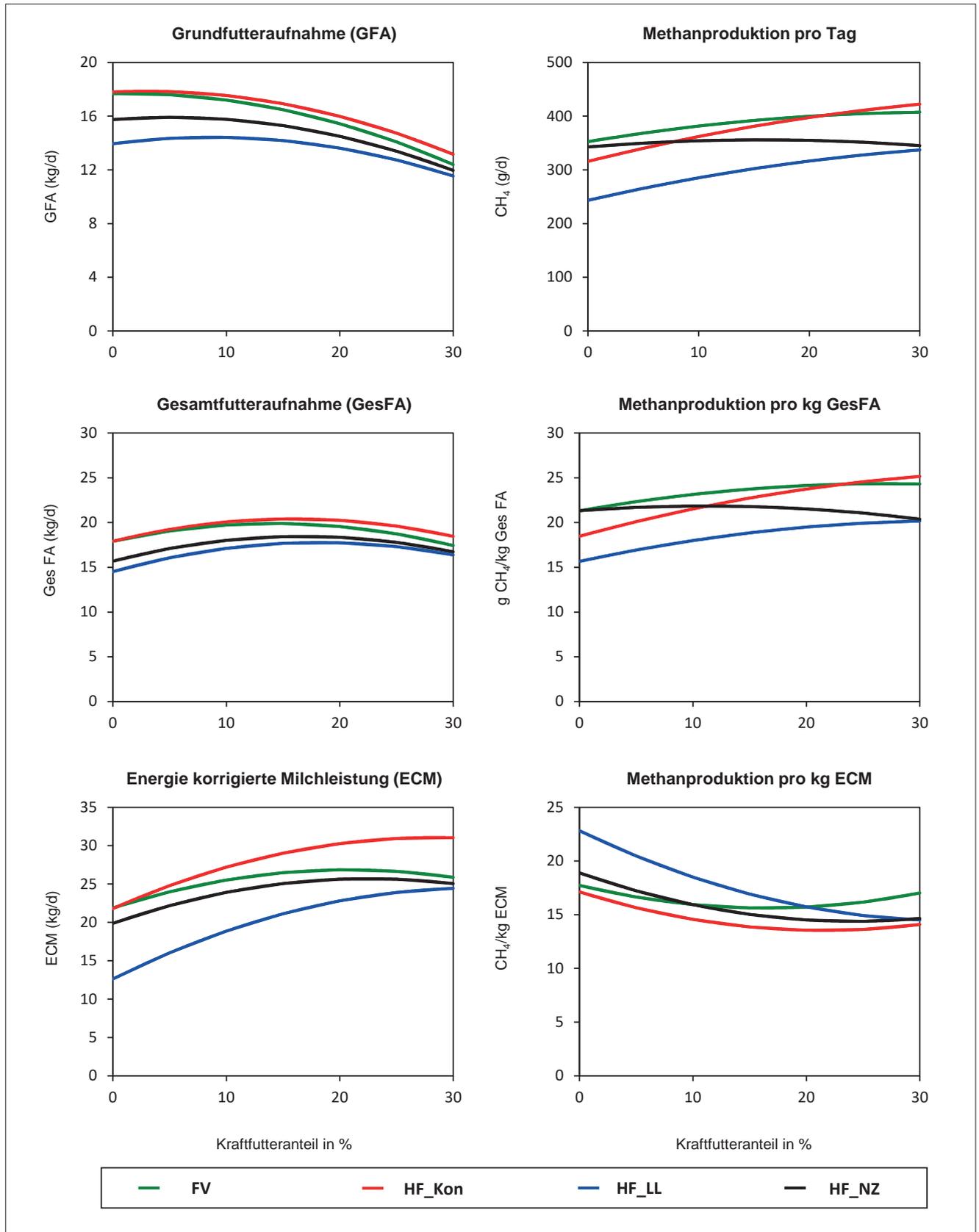


Abbildung 1: Entwicklung von Futteraufnahme, Milchproduktion und Methanproduktion mit steigendem Krafftutteranteil nach Genotypen (FV = Fleckvieh, HF_HL = Holstein Hochleistung, HF_LL = Holstein Lebensleistung, HF_NZ = Holstein Neuseeland)

Verfügung steht. Allerdings wiesen sie auch darauf hin, dass das CH₄-Reduktionspotenzial durch Steigerung des Kraftfuttereinsatzes aus Gründen der Stoffwechselfgesundheit der Tiere begrenzt ist. Allerdings zeigen die Ergebnisse der im Review von VAN GASTELEN et al. (2019) herangezogenen Studien kein konsistentes Bild. In ihre Arbeit gingen auch mehrere Studien ein, in denen kein Einfluss des Kraftfutteranteils der Ration auf die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme bzw. pro kg ECM nachgewiesen wurde.

Auch bei Weidehaltung kamen bisherige Studien zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, was die Entwicklung der CH₄-Produktion bei steigendem Kraftfutteranteil in der Ration betrifft. FERRIS et al. (2020) stellten bei 33,1 % Kraftfutteranteil in der Ration eine signifikant niedrigere CH₄-Produktion pro kg ECM fest als bei 17,4 %, die tägliche CH₄-Produktion und die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme wurden jedoch nicht vom Kraftfutterniveau beeinflusst. In der Weide-Studie von MUÑOZ et al. (2015) war die tägliche CH₄-Produktion bei 5 kg höher als bei 1 kg Kraftfuttereinsatz. Die CH₄-Produktion pro kg ECM und pro kg TM-Aufnahme wurden von der eingesetzten Kraftfuttermenge dagegen nicht beeinflusst. In den Untersuchungen von JIAO et al. (2014) und MOATE et al. (2020) gingen dagegen sowohl die CH₄-Produktion pro kg ECM als auch die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme mit zunehmendem Kraftfuttereinsatz bei Weidehaltung zurück. O'NEILL et al. (2011) verglichen die CH₄-Produktion bei Vollweidehaltung und bei Verfütterung einer Maissilage-betonten Totalen Mischration (TMR). Sowohl die tägliche CH₄-Produktion als auch die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme bzw. ECM-Leistung waren in ihrem Versuch bei Vollweidehaltung signifikant niedriger als bei TMR-Fütterung.

Das deutet darauf hin, dass die CH₄-Produktion von Milchkühen nicht nur durch den Kraftfutteranteil sondern auch durch die Grundfutterzusammensetzung bzw. die Grundfutterqualität positiv beeinflusst werden kann. MACOME et al. (2018) verglichen die CH₄-Produktion bei Verfütterung von Grassilagen, die in unterschiedlichen Vegetationsstadien geerntet wurden. Bei Verfütterung der am frühesten geerntete Grassilage (365 g NDF/kg TM) wurde ein deutlicher Rückgang der CH₄-Produktion pro kg ECM festgestellt. Der Einsatz der am spätesten geernteten Grassilage (546 g NDF/kg TM) bewirkte dagegen einen signifikanten Anstieg der CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme. Auch die Reviews von VAN GASTELEN et al. (2019) und BEAUCHEMIN et al. (2020) bestätigen einen reduzierenden Effekt von steigender Grundfutterqualität auf die CH₄-Produktion pro kg TM-Aufnahme bzw. pro kg ECM. Aufgrund der höheren TM-Aufnahme führt jedoch eine steigende Grundfutterqualität, wie auch die Erhöhung des Kraftfutteranteils in der Ration, zu zunehmenden täglichen CH₄-Emissionen. Positiv kann gesehen werden, dass sowohl die Steigerung des Kraftfutteranteils in der Ration als auch die Anhebung der Grundfutterqualität die CH₄-Emissionen pro kg ECM reduzieren. Damit dieser CH₄-reduzierende Effekt wirkt, muss jedoch gleichzeitig darauf geachtet werden, dass die produzierte Milchmenge nicht steigt. Eine Erhöhung des Kraftfuttereinsatzes kann also nur dann die Klimabilanz der Landwirtschaft entlasten, wenn gleichzeitig die Tierzahlen reduziert werden und die Stoffwechselfgesundheit der Tiere langfristig erhalten bleibt. Darüber hinaus gilt es im Auge zu behalten, welche weiteren THG-Emissionen im Zuge der Produktion und des Transports von Kraftfutter entstehen. Denn hinsichtlich des Klimaschutzes ist es wichtig, nicht nur einzelne Teilbereiche der Viehwirtschaft unter die Lupe zu nehmen, sondern das Produktionssystem als Ganzes zu betrachten.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts zeigen, dass der Einsatz von geringen bis mittleren Kraftfuttermengen die CH₄-Emissionen pro kg ECM-Leistung reduziert. Die täglichen CH₄-Emissionen und die CH₄-Emissionen pro kg Gesamtfuttermenge steigen dagegen bei solchen Kraftfuttermengen an, wobei jedoch deutliche Unterschiede zwischen Milchkühen-Genotypen bestehen. Aus Sicht des Klimaschutzes scheint daher eine Steigerung des Kraftfutteranteils in der Ration als alleinige Maßnahme keine wirksame Strategie zu

sein. Zwischen Genotypen bestehen signifikante Unterschiede in den CH₄-Emissionen, was durchaus züchterisches Potential erkennen lässt. Im Zuge weiterer Auswertungen soll jedoch noch geklärt werden, worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind.

Literatur

AGUERRE, M.J., M.A. WATTIAUX, J.M. POWELL, G.A. BRODERICK und C. ARNDT, 2011: Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion. *J. Dairy Sci.* 94, 3081-3093.

BEAUCHEMIN, K.A., E.M. UNGERFELD, R.J. ECKARD und M. WANG, 2020: Review: Fifty years of research on rumen methanogenesis: lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal* 14, s2-s16.

BRADE, W. und O. DISTL, 2015: Das ruminale Mikrobiom des Rindes – Teil 2: Archaeen – Substratspezialisten im Pansenmikrobiom. *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 93.

FERRIS, C.P., H. JIAO, S. MURRAY, A. GORDON und S. LAIDLAW, 2020: Effect of dairy cow genotype and concentrate feed level on cow performance and enteric methane emissions during grazing. *Agr. Food Sci.* 29, 130-138.

GARNSWORTHY, P.C., J. CRAIGON, J.H. HERNANDEZ-MEDRANO und N. SAUNDERS, 2012: Variation among individual dairy cows in methane measurements made on farm during milking. *J. Dairy Sci.* 95, 3181-3189.

GRUBER, L., 2013: Einfluss der Nutzungsrichtung und Lebendmasse von Milchkühen auf die Nährstoffeffizienz, Umweltwirkung und Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion. Projektantrag zum Forschungsprojekt „Milcheffizienz“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

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. *VDLUFA-Schriften* 75, 305-316.

GUGGENBERGER, T., G. TERLER, C. FRITZ, M. HERNDL und F. GRASSAUER, 2020: Fünf Fragen zur Bewertung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in Österreich. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 119-138.

HINDRICHSEN, I.K., H.R. WETTSTEIN, A. MACHMÜLLER und M. KREUZER, 2006: Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 113, 150-161.

HYNES, D.N., S. STERGIADIS, A. GORDON und T. YAN, 2016: Effects of concentrate crude protein content on nutrient digestibility, energy utilization, and methane emissions in lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. *J. Dairy Sci.* 99, 8858-8866.

IPCC, 2007: AR4 Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC.

IPCC, 2013: AR5 Climate Change 2013: The physical science basis. IPCC.

JAYASUNDARA, S., J.A.D. RANGA NIROSHAN APPUHAMY, E. KEBREAB und C. WAGNER-RIDDLE, 2016: Methane and nitrous oxide emissions from Canadian dairy farms and mitigation options: An updated review. *Can. J. Anim. Sci.* 96, 306-331.

- JIAO, H.P., A.J. DALE, A.F. CARSON, S. MURRAY, A.W. GORDON und C.P. FERRIS, 2014: Effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 7043-7053.
- MACOME, F.M., W.F. PELLIKAAN, W.H. HENDRIKS, R.D. WARNE, J.T. SCHONEWILLE und J.W. CONE, 2018: *In vitro* gas and methane production in rumen fluid from dairy cows fed grass silages differing in plant maturity, compared to *in vivo* data. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 102, 843-852.
- MOATE, P.J., M.H. DEIGHTON, J. JACOBS, B.E. RIBAU, G.L. MORRIS, M.C. HANNAH, D. MAPLESON, M.S. ISLAM, W.J. WALES und S.R.O. WILLIAMS, 2020: Influence of proportion of wheat in a pasture-based diet on milk yield, methane emissions, methane yield, and ruminal protozoa of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103, 2373-2386.
- MÜNGER, A. und M. KREUZER, 2008: Absence of persistent methane emission differences in three breeds of dairy cows. *Aust. J. Exp. Agric.* 48, 77-82.
- MUÑOZ, C., S. HUBE, J.M. MORALES, T. YAN und E.M. UNGERFELD, 2015: Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. *Livest. Sci.* 175, 37-46.
- NEGUSSIE, E., Y. de HAAS, F. DEHARENG, R.J. DEWHURST, J. DIJKSTRA, N. GENGLER, D.P. MORGAVI, H. SOYEURT, S. VAN GASTELEN, T. YAN und F. BISCARINI, 2017: Invited review: Large-scale indirect measurements for enteric methane emissions in dairy cattle: A review of proxies and their potential for use in management and breeding decisions. *J. Dairy Sci.* 100, 2433-2453.
- O'NEILL, B.F., M.H. DEIGHTON, B.M. O'LOUGHLIN, F.J. MULLIGAN, T.M. BOLAND, M. O'DONOVAN und E. LEWIS, 2011: Effects of a perennial ryegrass diet or total mixed ration diet offered to spring-calving Holstein-Friesian dairy cows on methane emissions, dry matter intake, and milk production. *J. Dairy Sci.* 94, 1941-1951.
- PICKERING, N.K., V.H. ODDY, J. BASARAB, K. CAMMACK, B. HAYES, R.S. HEGARTY, J. LASSEN, J.C. McEWAN, S. MILLER und C.S. PINARES-PATIÑO, 2015: Animal board invited review: genetic possibilities to reduce enteric methane emissions from ruminants. *Animal* 9, 1431-1440.
- UDDIN, M.E., O.I. SANTANA, K.A. WEIGEL und M.A. WATTIAUX, 2020: Enteric methane, lactation performances, digestibility, and metabolism of nitrogen and energy of Holsteins and Jerseys fed 2 levels of forage fiber from alfalfa silage or corn silage. *J. Dairy Sci.* 103, 6087-6099.
- UMWELTBUNDESAMT, 2020: Klimaschutzbericht 2020. Umweltbundesamt, 184 S.
- VAN GASTELEN, S., J. DIJKSTRA und A. BANNINK, 2019: Are dietary strategies to mitigate enteric methane emission equally effective across dairy cattle, beef cattle, and sheep? *J. Dairy Sci.* 102, 6109-6130.
- WANG, C., C. ZHANG, T. YAN, S. CHANG, W. ZHU, M. WANAPAT und F. HOU, 2020: Increasing roughage quality by using alfalfa hay as a substitute for concentrate mitigates CH₄ emissions and urinary N and ammonia excretion from dry ewes. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 104, 22-31.

Rindfleisch-Marmorierung: Gibt es einen Zusammenhang mit Merkmalen der Schlachtleistung und Fleischqualität?

Beef marbling: Is there an association with carcass and meat quality traits?

Margit Velik^{1*} und Eva Beyerl²

Zusammenfassung

Die Rindfleisch-Marmorierung wird in Österreich und Europa (noch) nicht routinemäßig erhoben, mit gut marmoriertem Fleisch aus Österreich könnte jedoch eine bestimmte Rindfleisch-Käuferschicht angesprochen werden. Eine bessere Fleischmarmorierung bzw. ein höherer intramuskulärer Fettgehalt (IMF) wirkt sich vielfach positiv auf den Genusswert (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) aus. Bei der Viehwirtschaftlichen Fachtagung 2020 wurde bereits ein grundlegender Beitrag zu den Einflussfaktoren auf die Rindfleisch-Marmorierung vorgestellt (VELIK 2020). In VELIK et al. (2020) wurde auch die Höhe des IMF-Gehalts von österreichischem Rindfleisch, basierend auf Mastversuchen, dargestellt. Zusätzlich wurden die Marmorierungsklassen und -karten von RISTIC (1987) und FRICKH et al. (2003b) vorgestellt und deren Eignung für den praktischen Einsatz belegt. Im vorliegenden Beitrag werden Ergebnisse zu den Einflussfaktoren und Zusammenhängen zwischen IMF und Schlachtleistungsmerkmalen bei österreichischem Rindfleisch dargestellt. Bei der Auswertung von 11 Mastversuchen mittels statistischem Modell blieben Versuch, Rinderkategorie, Schlachalter, Fettklasse und Nierenfettanteil als signifikante Effekte im Modell. Fleckvieh (FV) zeigt im Vergleich zu FV-Gebrauchskreuzungen mit Charolais und Limousin keine höheren IMF-Gehalte. Zusätzlich wurden Scatterplots und Korrelationen zu IMF und Fleischqualitätsmerkmalen erstellt. Zwischen IMF und Scherkraft, Kochsaftverlust bzw. Zartheit und Saftigkeit laut Verkostung konnten bei österreichischem Rindfleisch schwache bis moderate phänotypische Korrelationen ($r = \pm 0,23$ bis $\pm 0,50$) gefunden werden. Zwischen IMF und Grillsaftverlust war allerdings kein Zusammenhang erkennbar. Zwischen IMF-Gehalt und subjektiver Marmorierungsbeurteilung gemäß RISTIC (1987) wurde ein r von 0,63 gefunden. Versuchsergebnisse und Literatur belegen, dass die Einflussfaktoren auf den IMF-Gehalt vielfältig sind und dass die Fleischmarmorierung ein Faktor von mehreren ist, der den Genusswert von Rindfleisch bestimmt.

Schlagwörter: Rindermast, Fleisch, Fett, Schlachtkörper, Fleischqualität, Zartheit, Zusammenhänge

Summary

Beef marbling is not routinely surveyed in Austria and Europe, but well-marbled beef from Austria could appeal to a certain beef consumer group. It has been proven many times that a higher IMF content or better marbling is associated with a higher consumer acceptance (tenderness, juiciness, taste) of beef. A basic paper on factors influencing beef marbling has already been presented at the

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

² Eva Beyerl, BSc hat ihre Masterarbeit zu dem Thema am Institut für Nutztierwissenschaften der BOKU, Wien verfasst

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

Viehwirtschaftliche Fachtagung 2020 (VELIK 2020). In VELIK et al. (2020) the IMF contents of Austrian beef, based on fattening trials, were presented. In addition, the marbling classes and photos of RISTIC (1987) and FRICKH et al. (2003b) were presented and their suitability for practical use was proved.

In the present paper, results on the influencing factors and correlations between IMF and slaughter performance traits of Austrian beef are presented. In the evaluation of 11 fattening trials using a statistical model, trial, category, slaughter age, fat class and kidney fat percentage remained as significant effects in the model. Simmental cattle (SI) did not show higher IMF levels compared to SI crosses with Charolais and Limousin. Additionally, scatterplots and correlations between IMF and meat quality traits are presented. Weak to moderate phenotypic correlations ($r=\pm 0.23$ to ± 0.50) were found between IMF and (1) shear force, (2) cooking loss as well as (3) tenderness and juiciness according to tasting. However, no correlation was evident between IMF and grill loss. A r of 0.63 was found between IMF content and subjective marbling assessment according to RISTIC (1987). Experimental results and literature demonstrate that the factors influencing IMF content are diverse and that marbling is one factor among several that determine sensory attributes of beef.

Keywords: beef fattening, meat, fat, carcass, meat quality, tenderness, relationship

1. Einleitung

Rinderschlachtkörper sollen gut bemuskelt und fleischig bei mäßiger Fettabdeckung ein, weshalb in Österreich und Europa Schlachtkörper mit Fleischklasse E,U,R und Fettklasse 2,3,(4) erwünscht sind (Klassifizierung gemäß EU-VO Nr. 1249/2008 und Österreichischer Fleischkontrolle (ÖKF)). Die Fetteinlagerung wird von tierspezifischen (Rasse/Genetik, Geschlecht/Rinderkategorie) und produktionstechnischen Faktoren (Fütterungsintensität, Mastendgewicht, Schlachtag, Tageszunahmen und Ausmastgrad) beeinflusst (AUGUSTINI 1987, PETHICK et al. 2006, BRANDESCHIED et al. 2007, PARK et al. 2018). Nach dem Knochen- und Muskelwachstum wird bei wachsenden Rindern als letztes verstärkt Fett gebildet. Innerhalb des Fettdepots setzt zuerst die Bildung von Bauchhöhlenfett ein, anschließend intermuskuläres und subkutanes Fett und erst zum Schluss wird das für den Genusswert maßgebliche intramuskuläres Fett (IMF) verstärkt gebildet (WARRISS 2010, LONERGAN et al. 2019). Die Rindfleisch-Marmorierung hat international (USA, Kanada, Australien, Japan, Korea etc.) große Bedeutung und die Konsumenten dieser Länder bevorzugen auch deutlich besser marmoriertes Fleisch (POLKINGHORNE und THOMPSON 2010). In Europa hat die Fleischmarmorierung derzeit keine große Bedeutung und wird auch nicht im Rahmen der routinemäßigen Schlachtkörper-Beurteilung erhoben bzw. bezahlt. Nichtsdestotrotz wird in Österreichs Steakhäusern, Spitzengastronomie etc. häufig auf außergewöhnlich gut marmoriertes Fleisch aus Übersee zurückgegriffen. Aber auch einzelne österreichische Markenfleischprogramme (z.B. www.cultbeef.at) sowie teilweise Metzgereien und Direktvermarktung werben bereits mit der Fleischmarmorierung. Auch wenn Fett in unserer Ernährung vielfach negativ behaftet ist, wird dennoch auch in Österreich gut marmoriertes Fleisch bei einer bestimmten Käuferschicht nachgefragt und kann damit – bei entsprechender Vermarktung – einen Mehrwert für Landwirt, Fleischhandel und weitere Stakeholder bedeuten.

Dies wurde zum Anlass genommen, sich im Rahmen eines Forschungsprojektes mit IMF und Fleischmarmorierung von österreichischem Rindfleisch auseinanderzusetzen und Einflussgrößen und Zusammenhänge darzustellen.

2. Tiere, Material und Methoden

In *Tabelle 1* sind die Versuchsdesigns von 14 österreichischen Rindermast-Versuchen aufgelistet, anhand derer die Auswertungen gemacht wurden. Die Mastversuche wurden an der BVW Wieselburg, der HBLFA Raumberg-Gumpenstein sowie an landwirtschaftlichen Fachschulen durchgeführt. Insgesamt standen 797 Einzeltierdaten zur Verfügung, davon waren 510 Masttiere, 161 Mastkalbinnen und 137 Mastochsen, wobei nicht alle Merkmale in allen Versuchen erhoben wurden.

2.1 Erhebung der Schlachtleistung und Fleischqualität

Die Schlachtung erfolgte in den oben genannten Einrichtungen. Die Fleischproben für die Fleischqualitäts-Untersuchungen stammten vom Rostbraten (*M. long. dorsi*). Diese wurden vakuumiert und 14 Tage gereift. Bei den in den Jahren 2001 bis 2008 veröffentlichten Versuchen fanden die Fleischqualitäts-Untersuchungen an der BVW Wieselburg statt, bei allen anderen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Kochsaft, Grillsaft und Scherkraftmessung wurden am frischen Fleisch durchgeführt mit Ausnahme von STEINWIDDER et al. (2006 und 2019), TERLER et al. (2015) und VELIK et al. (2019), die an eingefrorenen und wieder aufgetauten Fleischproben durchgeführt wurden. Nach einer Literaturübersicht von LEYGONIE et al. (2012) unterscheiden sich Kochsaft- und Grillsaftverlust bei frischen und gefrorenen, wiederaufgetauten Fleischproben nicht signifikant voneinander. LEYGONIE et al. (2012) und VIEIRA (2009) fassen weiter zusammen, dass es bei ausreichend gereiftem Fleisch durch Einfrieren und Wiederauftauen zu keiner nennenswerten Verbesserung der Fleischzartheit kommt. Die Verkostung wurde stets mit eingefrorenen und im Kühlschrank wieder aufgetauten Fleischproben durchgeführt. Der IMF-Gehalt wurde mit Ausnahme von STEINWIDDER et al. (2019) und TERLER et al. (2015) am frischen Fleisch bestimmt. Die Untersuchungen wurden in Anlehnung an HONIKEL (1998) durchgeführt. Für die Ermittlung des Kochsaftverlustes wurde eine ca. 120 g schwere Probe in einen oben umgeschlagenen Plastiksbeutel in 70 °C warmen Wasser für 50 Minuten gegart und bis zur Rückwaage für 40 Minuten in einem ca. 20 °C kalten Wasserbad belassen. Die Fleischprobe für den Grillsaftverlust (warm und kalt) wurde auf einem Doppelplattengrill der Fa. Silex mit 200 °C Plattentemperatur bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60 °C gegrillt. Zur Ermittlung der Scherkraft (gegrillt) wurden 10 Fleischkerne mit einem Fleischbohrer (Durchmesser: 1,27 cm) längs zum Faserverlauf ausgestochen. Gemessen wurde die Scherkraft quer zur Faserrichtung mit der Warner-Bratzler-Schere (HBLFA Raumberg-Gumpenstein: Firma Instron 3365; BVW Wieselburg: Firma G-R Electric, Modell 3000, USA), welche ein dreieckiges Scherblatt hatte. Anschließend wurden jeweils die Mittelwerte der 10 Fleischkerne berechnet. Für die Verkostung wurde das Rindfleisch auf dem Plattengrill bis auf eine Kerntemperatur von 70 °C gebracht. Anhand dieser Fleischprobe bewerteten vier bis sechs geschulte Mitarbeiter die Zartheit und Saftigkeit mit Punkten von 1 bis 6, wobei 1 die schlechteste und 6 die beste Note darstellte. Um den IMF-Gehalt zu bestimmen, wurde eine ca. 100 g schwere Probe homogenisiert. An der BVW Wieselburg erfolgte die Bestimmung mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS), während an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein die nasschemische Methode nach Soxhlet zum Einsatz kam. Nach FRICKH et al. (2001a) kann davon ausgegangen werden, dass die an der BVW Wieselburg mit NIRS ermittelten IMF-Gehalte gut mit der Soxhlet-Methode übereinstimmen. Zusätzlich zur Bestimmung des IMF-Gehalts mit NIRS wurde bei vier an der BVW Wieselburg durchgeführten Versuchen (FRICKH et al. 2003a und b, 2005, VELIK et al. 2008) (in *Tabelle 1* mit ^{vBA} markiert) der IMF-Gehalt auch videobildanalytisch mit der Bildanalyse-Software PiCed Cora (Version 9.99) anhand eines Fleischfotos (9. Rippe) beurteilt. Von den vier genannten Versuchen (insgesamt 416 Datensätze) lag auch die subjektive Einstufung in die 6-teiligen Marmorierungsklassen nach RISTIC (1987) vor.

2.2 Datenauswertungen

2.2.1 Effekte auf den IMF-Gehalt: Kovarianzanalyse

Mittels Kovarianzanalyse (GLM-Modell, SAS Version 9.4, 2019) wurden Effekte auf den IMF-Gehalt ermittelt. Hierfür konnten nur 11 Mastversuche mit insgesamt 498 Einzeltierdatensätzen miteinbezogen werden, da das Modell ansonsten keine LS-Means schätzen konnte. Die für die Kovarianzanalyse verwendeten Mastversuche sind in *Tabelle 1* jeweils mit dem Kürzel *1 versehen. Die verwendeten Datensätze waren auf die drei Kategorien wie folgt verteilt: Stier (61 %), Kalbin (24,9 %), Ochse (14,2 %). Die Verteilung der Rassen/Kreuzungen war: Fleckvieh(FV) 66 %, FV×Charolais 21,8 %, FV×Limousin 12,2 %. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der im Modell verbleibenden kontinuierlichen Effekte waren wie folgt: Schlachttalter in Tagen: $539,3 \pm 93,4$; Fettgewebeklasse (1-5): $2,6 \pm 0,7$; Nierenfett in kg bezogen auf Schlachtkörpergewicht_{warm}: $3,0 \pm 1,5$.

Im ersten Schritt wurden jene Merkmale als mögliche Kovariablen ausgewählt, die laut Literatur einen Einfluss auf den IMF-Gehalt haben können. Mögliche Kovariablen für das Ausgangsmodell waren Mastendgewicht, Schlachtkörpergewicht, Tageszunahmen, Nettotageszunahme, Fleischigkeitsklasse, Fettgewebeklasse und Nierenfett. Im zweiten Schritt wurden die Korrelationen (Pearson, Spearman) zwischen diesen Kovariablen ermittelt. Betrug die Korrelation über 0,8, wurde nur eine Kovariable im Modell belassen, um Multikollinearität zu vermeiden (MACH et al. 2008). Im Ausgangsmodell waren somit als fixe Effekte Versuch (1 bis 11), Tierkategorie (1 bis 3) und Rasse/Kreuzung (1 bis 3) sowie deren Wechselwirkungen. Als Kovariablen (jeweils linear und quadratisch) waren im Modell Mastendgewicht, Schlachttalter, Tageszunahme, Fleischklasse, Fettklasse und Nierenfettanteil bezogen auf Schlachtkörpergewicht_{warm}. Die Wechselwirkungen der fixen Faktoren waren nicht signifikant ($P > 0,05$) und wurden daher aus dem Modell genommen. Die Kovariablen wurden schrittweise aus dem Modell genommen (jeweils Kovariable mit höchstem P-Wert, wobei zuerst immer das höchste quadratische Glied herausgenommen wurde). Als Kovariablen verblieben im finalen Modell Schlachttalter, Fettgewebeklasse und Nierenfett (linear und quadratisch). Alle Kovariablen wurden innerhalb Tierkategorie genestet, wodurch sich Bestimmtheitsmaß und Residualstandardabweichung geringfügig verbesserten. Mit Nestung war allerdings der P-Wert des fixen Effekts Tierkategorie nur mehr an der Signifikanzschwelle ($P = 0,051$).

Das Mastendgewicht wurde als letztes Glied ($P = 0,123$) aus dem Modell genommen. Es wurde ausprobiert, das Mastendgewicht statt dem Schlachttalter als Kovariable im Modell zu belassen, wodurch das Mastendgewicht signifikant blieb. Zwischen den Tierkategorien war allerdings die Verteilung der Mastendgewichte sehr unterschiedlich (Großteil der Daten bei Kalbinnen 480 bis 580 kg, bei Ochsen 580 bis 680 kg, bei Stieren 550 bis 750 kg). Mit der Kovariable Mastendgewicht statt Schlachttalter im Modell waren Bestimmtheitsmaß, Residualstandardabweichung und Kurvenverlauf jenem mit dem Effekt Schlachttalter sehr ähnlich. Im Ergebnisteil wird kurz verbal auf den Einfluss des Mastendgewichts eingegangen.

Die Fütterung wurde im Modell nicht separat berücksichtigt, da sie in den Versuchen sehr unterschiedlich war und ein Zusammenfassen in Gruppen nicht möglich war. Sie ist jedoch teilweise im Effekt „Versuch“ berücksichtigt.

2.2.2 Zusammenhang IMF und Fleischqualitäts-Merkmale: Scatterplots und Korrelationen

Um lineare Zusammenhänge zwischen dem IMF-Gehalt (mittels Soxhlet bzw. NIRS bestimmt) und den Merkmalen Grillsaftverlust, Kochsaftverlust, Scherkraft sowie den beiden Verkostungsparametern Saftigkeit und Zartheit darzustellen, wurden in SAS Korrelationen nach Pearson und Spearman berechnet. Zusätzlich wurden in Excel Streudiagramme mit polynomialer Trendlinie erstellt. Hierfür standen alle Datensätze der in *Tabelle 1* an-

Tabelle 1: Übersicht über die Versuchsdesigns der 14 Rindermastversuche

| Versuch | Anzahl Tiere | Rinder-kategorie | Rasse / Kreuzung | Fütterung | Mastendgewicht, kg |
|---|--------------|------------------|-------------------|--|----------------------------|
| FRICKH et al. 2003a ^{*1, *VBA} | 74 | S | FV, FVxLI, FVxCH | MS ad lib, ca. 0,5 kg Heu | 650-750 |
| FRICKH et al. 2003b ^{*1, *VBA} | 52 | O | FV, GV | GS ad lib. | 500-590 (GV), 590-620 (FV) |
| FRICKH et al. 2005 ^{*VBA} | 170 | S | PI | MS ad lib. | 600-630 kg |
| HÄUSLER et al. 2015 ^{*1} | 26 | O, K | FVxLI, FVxCH | MS ad lib, 0,5 kg Heu | 580 (O), 500 (K) |
| STEINWIDDER et al. 2006 ^{*1} | 116 | S | FV | 92 % MS, 8 % Heu | 650 |
| STEINWIDDER et al. 2019 ^{*1} | 23 | O | FV | Kurzrasenweide | 700 |
| TERLER et al. 2015 | 18 | O, K | CHxWag, FVxWag | 60 % MS, 30 % GS, 10 % Heu | 650 (O), 550 (K) |
| TERLER et al. 2016 ^{*1} | 39 | S | FV | MS ad lib, 0,3 kg Heu | 690, 760 |
| VELIK et al. 2008 ^{*1, *VBA} | 120 | S, K | FV, FVxLI, FVxCH | GS ad lib. | 550/620 (S), 480/550 (K) |
| VELIK et al. 2009 | 45 | S, O, K, | FV, FV-Kreuzungen | größtenteils grünlandbasierte Fütterung | k.A. |
| VELIK et al. 2013a ^{*1} | 19 | K | FVxCH | G1: 30 % MS, 70 % GS, 2 kg KF | 550 |
| VELIK et al. 2013b ^{*1} | 20 | K | FVxCH | G1: 70 % GS, 30 % Heu, 2 kg KF | 550 |
| VELIK et al. 2018 ^{*1} | 53 | S, O, K | FV | S: MS, ca. 3 kg KF | 730 (S), 650 (O), 550 (K) |
| VELIK et al. 2019 ^{*1} | 33 | S | FV, HF | G1: MS, 0,5 kg Heu; G2: 67 % GS, 33 % MS, 0,5 kg Heu | 590-720 |

FV= Fleckvieh, PI= Pinzgauer, LI= Limousin, CH= Charolais, GV= Tiroler Grauvieh, Wag= Wagyu, HF= Holstein Friesian

G= Gruppe; KF= Krafftutter, GS...Grassilage, MS...Maissilage, S= Stier, O= Ochse, K= Kalbin

*1... 11 verwendete Versuche für GLM-Modellauswertung

*VBA ... 4 verwendete Versuche für Korrelationen IMF(NIRS), (IMF)Videobildanalyse und subjektiver Marmorierungsbeurteilung nach RISTIC (1987)

geführten Versuche zur Verfügung. Korrelationen nach Pearson bzw. Spearman wurden ebenfalls berechnet, um Zusammenhänge zwischen IMF(NIRS), IMF(VBA) und subjektiver Marmorierungsbeurteilung nach RISTIC (1987) darzustellen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Effekte auf den IMF-Gehalt

Das Bestimmtheitsmaß (R^2) des Modells betrug 58 %, die Residualstandardabweichung (RSD) 9,55.

Der Versuch hatte einen hoch signifikanten Einfluss ($P < 0,001$) auf den IMF-Gehalt, was aufgrund der unterschiedlichen Versuchsdesigns zu erwarten war. Die Tierkategorie hatte einen tendenziellen ($P 0,051$), nur ganz knapp über der Signifikanzschwelle liegenden Einfluss auf den IMF-Gehalt. Erwartungsgemäß hatte das Fleisch der Masttiere im Vergleich zu Ochsen und Kalbinnen, hormonell-endokrin bedingt, einen deutlich niedrigeren IMF-Gehalt. Es fällt auf, dass insbesondere bei Kalbin und Ochse die LS-Means niedriger sind als die arithmetischen Mittelwerte, was auf die Modellwahl zurückzuführen ist. Laut Modell hatten die Ochsen zwar keinen statistisch abgesicherten, aber numerisch höheren IMF-Gehalt als die Kalbinnen, was nicht dem Erwarteten entspricht. Allerdings müssen die Ergebnisse der Ochsen vorsichtig interpretiert werden, da ihnen nur 70 Tiere aus 5 verschiedenen Versuche zugrunde liegen. In Versuchen wurde belegt, dass Kalbinnen einen höhere IMF-Gehalt als Ochsen haben, da Kalbinnen frühreifer als Ochsen sind und daher früher und stärker Fett einlagern (BRANSCHIED et al. 2007). Auch ein Versuch von BLANCO et al. (2020) zeigte, dass bei einem Mastendgewicht von 475 kg Kalbinnen signifikant höhere IMF-Gehalte als Ochsen und Stiere hatten. In der Praxis werden Ochsen allerdings bei höherem Gewicht als Kalbinnen geschlachtet, weshalb Ochsen teilweise auch ähnliche IMF-Gehalte wie Kalbinnen aufweisen (VELIK et al. 2018). Die Rasse/Kreuzung (Fleckvieh und zwei Fleckvieh-Gebrauchskreuzungen) hatte keinen signifikanten Einfluss auf den IMF-Gehalt ($P 0,147$). Auch SEVANE et al. (2014), die Stiere von 15 europäischen Rinderrassen bei 75 % des rassetypischen Lebendgewichts schlachteten, fanden zwischen reinrassigen Fleckvieh, Limousin und Charolais keine signifikanten Unterschiede im Fettgehalt. Generell geht ein geringeres Muskelwachstum mit einer früheren und stärkeren Fetteinlagerung einher (PETHICK et al. 2006). So zeigen in der Regel frühreife, kleinrahmigere Genotypen besser marmoriertes Fleisch als spätreife, großrahmige Genotypen, bzw. Milchrasen mehr Fetteinlagerung als Fleischrasen (WEGNER et al. 1998, BRANSCHIED et al. 2007). Zusätzlich zu Rinderkategorie und Rassen können allerdings auch gewählte Mastintensitäten, Mastendgewichte und somit physiologisches Schlachtalter einen maßgeblichen Einfluss auf die IMF-Gehalte haben.

3.1.1 Effekt des Schlachtalters (und Mastendgewichts)

Der IMF-Gehalt erhöhte sich mit höherem Schlachtalter ($P 0,012$) (Abbildung 1), wobei im Modell die anderen Kovariablen konstant gehalten wurden. Nach BRANSCHIED et al. (2007) sind Merkmale, die in Verbindung mit der Fettgewebsbildung stehen, deutlich altersabhängig. In BRANSCHIED (2007) wird der Zusammenhang zwischen IMF und Schlachtalter anhand von mehreren Mastversuchen mit Fleckvieh und Schwarzbunten veranschaulicht. Auch in einer Literaturübersicht von PARK et al. (2018) werden mehrere Versuche zitiert, die mit steigendem Schlachtalter besser marmoriertes Fleisch belegen. In der vorliegenden Auswertung war dies bei den Kalbinnen am stärksten ausgeprägt (Steigerung von 50 % zwischen Schlachtalter von 14 bzw. 23 Monaten). Nach WEGNER et al. (1998) sind für die Zunahme an IMF im Wachstumsverlauf sowohl die Anzahl als auch die Größe der Fettflächen verantwortlich. Bei Stier und Ochse war der Einfluss des Schlachtalters auf den IMF-Gehalt deutlich geringer ausgeprägt, wobei die Ochsen

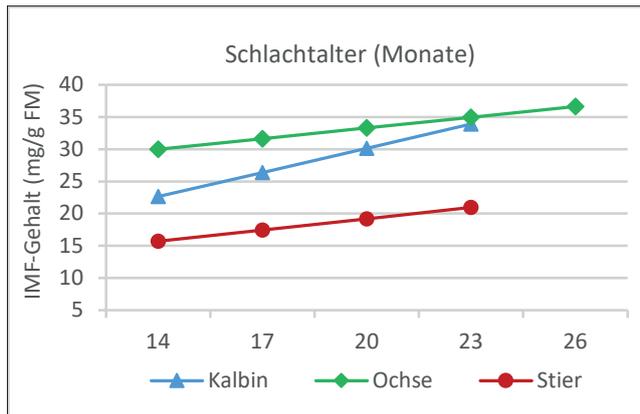


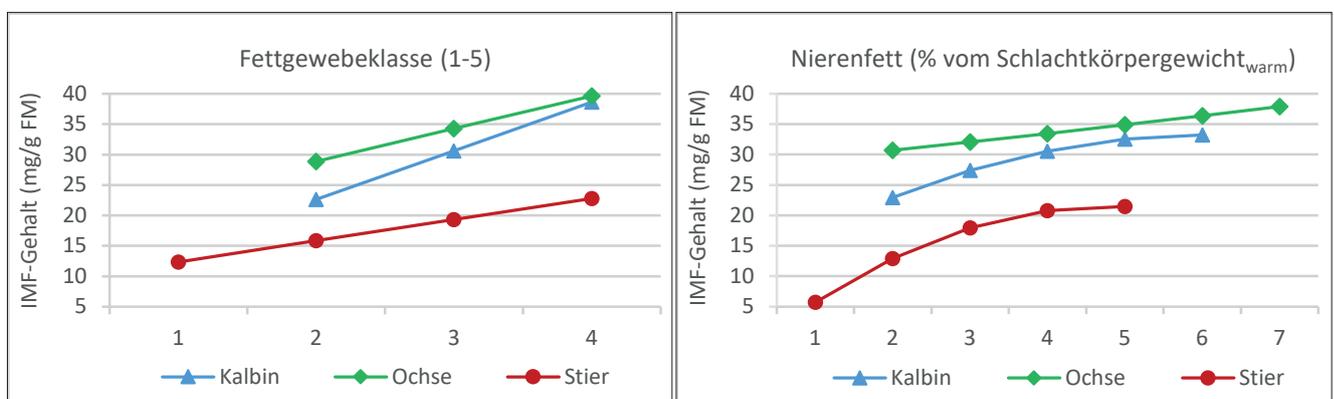
Abbildung 1: IMF-Gehalt der drei Tierkategorien in Abhängigkeit vom Schlachtalter

von den drei Rinderkategorien bereits bei 14-monatigem Schlachtalter die höchsten IMF-Gehalte zeigten. Hier sei nochmals auf die relativ geringe Datengrundlage bei den Ochsen hingewiesen, weshalb die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse unter Umständen nicht gegeben ist. Ein steigender IMF-Gehalt mit höherem Schlachtalter wurde auch von FRICKH et al. (1997) bei Maststieren zwischen 12 und 14 bzw. 12 und 16 Monaten bestätigt. AUGUSTINI und TEMISAN (1986) halten allerdings fest, dass Merkmale der Verfettung stärker von der Mastintensität als vom Alter beeinflusst werden. AUGUSTINI (1987) schlussfolgert weiters, dass Aussagen zum Einfluss des Schlachtalters immer – innerhalb von Kategorie und Rasse – in Verbindung mit dem Mastendgewicht zu sehen sind. Versuche belegen, dass mit steigenden Gewicht der IMF-Gehalt weitestgehend linear ansteigt (PUGH et al. 2005, PETHICK et al. 2006, TERLER et al. 2016). Das Mastendgewicht von Schlachttieren ist in der Praxis großteils unbekannt. Da naturgemäß eine enge Korrelation zwischen Mastendgewicht und Schlachtkörpergewicht besteht, hätte man im Modell statt dem Mastendgewicht auch das Schlachtkörpergewicht nutzen können.

3.1.2 Zusammenhang mit Fettklasse und Nierenfettanteil

Es stellt sich die Frage, wie gut die Fettklassen-Einstufung (5-teilige Skala, EU-VO Nr. 1249/2008) die Fleischmarmorierung widerspiegelt. Die Fettklassen bewerten Fettdeckung bzw. Fettansätze an Knöpfe, Schulter und Brusthöhle. *Abbildung 2* veranschaulicht, dass mit steigender Fettklasse auch der IMF-Gehalt zunimmt ($P < 0,001$), wobei, basierend auf den vorliegenden Daten, der Anstieg im IMF-Gehalt bei der Kalbin am deutlichsten ausgeprägt war. Bei der Kalbin entsprach die Fettgewebeklasse 2 einem IMF-Gehalt von rund 2,3 %, während die Fettgewebeklasse 4 rund 3,9 % IMF entsprach. VELIK (2020) bestätigte, dass für ein geschultes Auge zwischen 2,3 und 3,9 % IMF ein visueller Unterschied in der Marmorierung feststellbar ist. Die phänotypische

Abbildung 2: IMF-Gehalt der drei Tierkategorien in Abhängigkeit von Fettklasse (1=mager, 5=fett) und Nierenfettanteil



Korrelation zwischen IMF und Fettklasse lag in den 11 dem Modell zugrundeliegenden Einzelversuchen zwischen 0,20 und 0,74 und war in 7 Versuchen signifikant. Über aller Versuche betrug r allerdings nur 0,18 ($P < 0,001$). SANAA (1998) fand bei Weidekälbern aus Mutterkuhhaltung einen r von 0,31. Eine polnische Studie von JANISZEWSKI et al. (2018) fand bei Stieren zwischen subjektiver Marmorierungsbeurteilung (5-teilige Skala) und Fettklasse zwar numerische höhere IMF-Gehalte bei höherer Fettklasse, was allerdings statistisch nicht abgesichert werden konnte. FRICKH et al. (2001b) fand bei Fleckvieh-Stieren zwischen subjektiver Marmorierung (6-teilig) und Fettklasse einen r von 0,30. Da die 5-teilige Fettklassenbeurteilung nur innerhalb von Europa zum Einsatz kommt und bei der europäischen Schlachtkörper-Beurteilung routinemäßig keine Fleischmarmorierung erfasst wird, wurde auch keine weitere Literatur gefunden, die den Zusammenhang Fettklasse und IMF-Gehalt behandelt.

Die generelle Lehrmeinung ist, dass bei wachsenden Rindern als erstes die Bildung von Nierenfett und visceralem Fett (Bauchhöhlenfett) einsetzt. Anschließend beginnt die Einlagerung von intermuskulärem Fett (d.h. Fett zwischen den einzelnen Muskeln) und an dritter Stelle die Bildung von subkutanem Fett (Auflagenfett). Erst zum Schluss setzt die verstärkte Bildung von IMF ein, das für den Genusswert von Rindfleisch wichtig ist (WEGNER et al. 1998, WARRISS 2000, LONERGAN et al. 2019). Nach JOHNSON (1972), PETHICK et al. (1997) und PETHICK et al. (2006) verläuft im Wachstumsverlauf die Fetteinlagerung (bezogen auf Schlachtkörpergewicht und Gesamtfett) innerhalb von jedem der vier Fettdepots weitestgehend linear. Der Anteil von intermuskulären und subkutanem Fett am Gesamtfett ist erheblich höher als der Anteil an Nierenfett und IMF, wobei der intermuskuläre Fettanteil wiederum höher als der subkutane ist (PETHICK et al. 1997). Wird die Fettgewebsbildung durch erhöhte Fütterungsintensität in frühere Altersabschnitte verlagert, so führt dies auch parallel zur Fettgewebsbildung in den übrigen Fettdepots zu einer früheren IMF-Einlagerung (AUGUSTINI 1987).

Die Hypothese war, dass ein Zusammenhang zwischen Nierenfettanteil und IMF-Gehalt besteht, was *Abbildung 2* bestätigt ($P < 0,005$). Im Datenmaterial gab es für Kalbin und Ochse keine Werte für den Nierenfettanteil von 1 %, während es für Stiere keine Werte für einen Nierenfettgehalt von 6 % gab. Eine deutliche Zunahme im IMF-Gehalt zeigte sich vor allem beim Stier bei einem Anstieg des Nierenfettanteils von 1 auf 3 %. Bei Stier und Kalbin war dieser Anstieg allerdings nicht linear, sodass bei höheren Nierenfettanteilen kaum eine bzw. keine Steigerung im IMF-Gehalt mehr erkennbar war. Nimmt man statt dem Nierenfettanteil bezogen auf das Schlachtgewicht das Nierenfettgewicht (in kg) ins Modell (beim Stier Werte zwischen 4 und 20 kg, bei Kalbin 7 bis 20 kg und bei Ochse 8 bis 20 kg Nierenfett vorhanden), so zeigte sich der gleiche Kurvenvergleich. Ein Vergleich mit Literatur ist schwierig, da sich in wissenschaftlichen Versuchen oft keine Angaben zum Nierenfett finden bzw. die vorhandenen Angaben nicht in Relation zum IMF-Gehalt gesetzt werden können. PETHICK et al. (2006) halten fest, dass der IMF-Gehalt zwischen 200 und 400(450) kg Schlachtkörpergewicht linear ansteigt, dass aber der IMF-Gehalt beim Erreichen des rassetypischen Gewichts des ausgewachsenen Rindes nicht weiter ansteigt. Es könnte somit spekuliert werden, dass das Abflachen der Kurve bei hohen Nierenfettgehalten in *Abbildung 3* mit dem Erreichen des rassetypischen Endgewichts zusammenhängt. In PETHICK et al. (2006) findet sich allerdings keine Aussage wie es sich hierbei mit dem Nierenfett verhält. Im Buch von LONERGAN et al. (2019) ist zu lesen, dass das Nierenfett bei Erreichen des finalen Gewichts stark zunimmt.

Die phänotypischen r zwischen IMF-Gehalt und Nierenfettanteil (bezogen auf Schlachtkörpergewicht) schwankten bei den 11 dem Modell zugrundeliegenden Versuchen zwischen 0,18 und 0,77 (in 7 Versuchen signifikant) und waren somit ähnlich hoch wie die Koeffizienten zwischen IMF und Fettklasse. Über alle 11 Versuche war r mit 0,50 ($P < 0,001$) allerdings deutlich höher als die Korrelation zwischen IMF und Fettklasse. Neben dem Nierenfett wäre auch die subkutane Fettdicke über dem Rostbraten ein möglicher Parameter, um Rückschlüsse auf die Schlachtkörperverfettung zu ziehen, wobei zu beachten ist, dass beide Parameter derzeit nicht routinemäßig am Schlachthof erhoben werden.

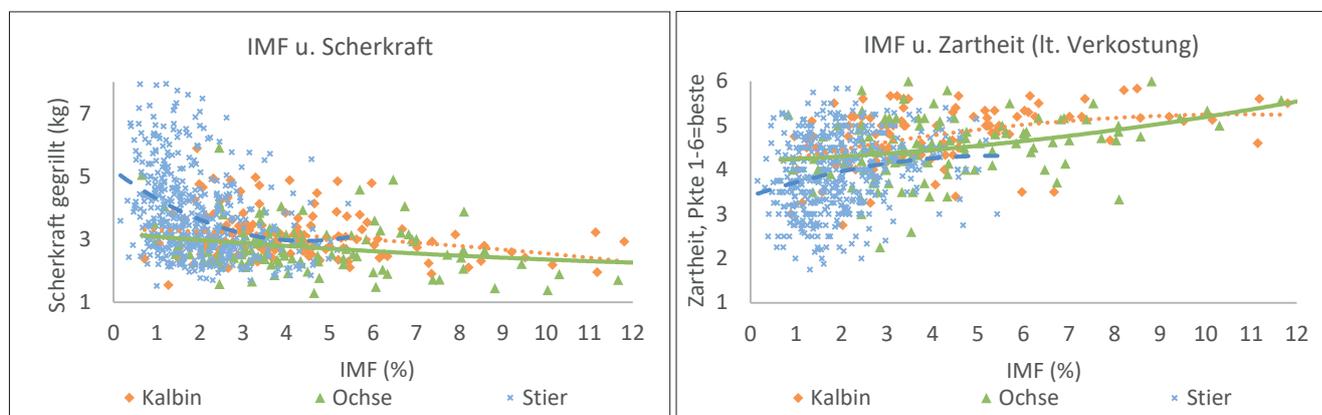
3.2 Zusammenhang IMF-Gehalt und Fleischqualitäts-Merkmale

Es ist generelle Meinung, aber auch vielfach wissenschaftlich belegt, dass sich ein höherer IMF positiv auf den Genusswert von Rindfleisch auswirkt (AUGUSTINI 1987, MUIR et al. 1998, LI et al. 2006, BRANDSCHEID et al. 2007). Es gibt aber auch Arbeiten, die nur einen geringen bzw. gar keinen Zusammenhang zwischen IMF und den genannten Fleischqualitätsmerkmalen finden (MUIR et al. 1998). Nach MUIR et al. (1998) kann der Grund für geringe Zusammenhänge auch in einer schlechten Übereinstimmung zwischen subjektiver Marmorierungseinstufung und tatsächlichem IMF-Gehalt liegen. DUFÉY und CHAMBAZ (1999) halten fest, dass positive Zusammenhänge oft erst ab IMF-Gehalten von zumindest 3 % gesehen werden können. Um die gängige Meinung zu beurteilen, dass ein höherer IMF-Gehalt stets mit einem besseren Genusswert von Fleisch einhergeht, werden die Ergebnisse aller 14 in *Tabelle 1* aufgeführten Versuchen mittels Scatterplots und Korrelationskoeffizienten (r) dargestellt.

3.2.1 IMF und Scherkraft, Zartheit

In *Abbildung 3* sind die Zusammenhänge zwischen IMF-Gehalt und Scherkraft (gegrillt) bzw. dem Verkostungsparameter Zartheit für die drei Kategorien Stier, Ochse und Kalbin dargestellt. Zwischen IMF und Scherkraft war bei allen drei Rinderkategorien ein schwach negativer Zusammenhang feststellbar, wobei er beim Stier am deutlichsten war. Das bedeutet, dass mit steigenden IMF-Gehalten Rindfleisch zarter wird. Zwischen dem IMF-Gehalt und der Scherkraft in der Kategorie Stier betrug der phänotypische r $-0,32$ ($P < 0,001$), bei Ochse und Kalbin betrug sie $-0,24$ bzw. $-0,23$ ($P < 0,05$). Auch nach den Verkostungsergebnissen (*Abbildung 3*) ist der positive Effekt eines höheren IMF-Gehalts auf die Zartheitsbeurteilung gegeben. Der phänotypische r für IMF und Zartheit laut Verkostung war für Ochse und Kalbin $0,33$ bzw. $0,41$ ($P < 0,001$), und beim Stier mit $0,24$ ($P < 0,05$) etwas geringer. Da die Fleischreifung einen maßgeblichen Einfluss auf die Zartheit von Rindfleisch hat, könnte bei einer kürzeren als in den vorliegenden Versuchen gewählte Reifedauer von 14 Tagen, der Zusammenhang IMF und Zartheit noch enger sein. Eine koreanische Studie von GAJAWEEERA et al. (2018) untersuchte Stier-, Ochsen- und Kalbinnenfleisch von Hanwoo-Rindern, die eine deutlich stärkere Fleischmarmorierung als europäische Rinder haben, und fanden zwischen IMF und Scherkraft bzw. Zartheit r von $-0,39$ bzw. $0,55$. CORBIN et al. (2015) fanden zwischen IMF-Gehalt und Zartheit laut Verkostung einen r von über $0,8$. FRICKH et al. (1997) konnten bei Maststieren zwischen IMF und Zartheit nur ein r von $0,22$ ($P < 0,05$) feststellen. Zwischen IMF und Scherkraft gegrillt (14 Tage gereiftes Fleisch) konnten FRICKH (1997) sowie SANAA (2009) bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung keine Korrelation feststellen. Hier sei darauf hingewiesen, dass die Fleischzartheit und andere Merkmale des Genusswerts auch noch von zahlreichen anderen intrinsischen und extrinsischen Faktoren beeinflusst werden (GUERRERO et al. 2013, TERJUNG et al. 2020).

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen IMF-Gehalt und Scherkraft bzw. Zartheit laut Verkostung nach Rinderkategorie



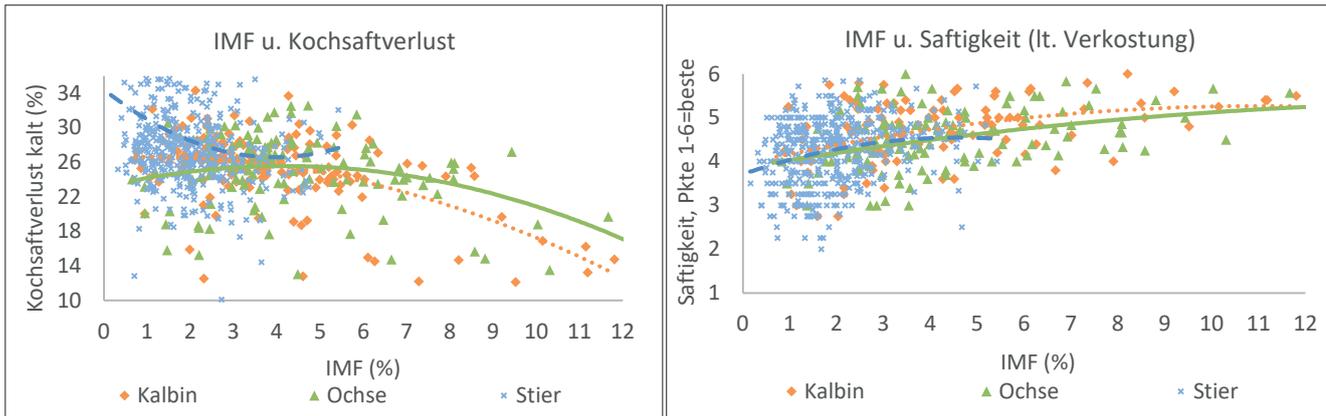


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen IMF-Gehalt und Kochsaft bzw. Saftigkeit laut Verkostung nach Rinderkategorie

3.2.2 IMF und Safthaltevermögen/Saftigkeit

Prinzipiell sind niedrigere Saftverluste beim Kochen, Grillen und Braten erwünscht. Zwischen IMF und Grillsaftverlust war anhand von Scatterplots und Korrelationen keinerlei Zusammenhang feststellbar (Daten nicht dargestellt). Das Streudiagramm zum Kochsaftverlust zeigt hingegen geringere Kochsaftverluste mit steigenden IMF-Gehalten (Abbildung 4). Der phänotypische r für IMF und Kochsaftverlust betrug bei der Kalbin $-0,50$ ($P < 0,001$), beim Stier $-0,22$ ($P < 0,001$) und beim Ochse $-0,26$ ($P < 0,05$). LI et al. (2006) fanden bei amerikanischem Ochsenfleisch mit einen größeren Variationsbereiche im IMF deutlich höhere r zwischen IMF- und Kochsaftverlust als in der vorliegenden Studie. Die r für IMF und Saftigkeit laut Verkostung lagen in der vorliegenden Auswertung bei $0,23$ (Stier) und $0,37$ bzw. $0,38$ für Kalbin und Ochse (P jeweils $< 0,001$). GAJAWEERA et al. (2018) fanden bei koreanischem Rindfleisch eine Korrelation von $0,47$ zwischen IMF und Saftigkeit, CORBIN et al. (2015) sogar von $0,88$.

3.3 Übereinstimmung visuelle Marmorierungsbeurteilung und IMF nach NIRS bzw. Videobildanalyse

Basierend auf 4 Mastversuchen (416 Datensätze) zeigte sich zwischen IMF-Gehalt (NIRS) und subjektiven Marmorierungsbewertung nach RISTIC (1987; 6-teilige Skala: $< 1\%$ IMF, $1-3\%$, $3-5\%$, $5-7\%$, $7-10\%$, $> 10\%$) eine moderate phänotypische Korrelation von $0,63$ ($P < 0,001$) ($r = 0,47-0,85$ in den Einzelversuchen). Nach FERGUSON (2004) wurden in Studien aus Amerika und Japan sehr enge Korrelationen von bis zu $0,9$ zwischen IMF und visueller Marmorierungsbeurteilung gefunden. In australischen Studien betrug sie allerdings nur $0,32$ bis $0,71$. FERGUSON (2004) führt als Gründe für die unterschiedlichen Versuchsergebnisse die Variationsbreite im IMF-Gehalt an, d.h. eine geringere Spannweite bedeutet automatisch niedrigere Korrelationen. Aber auch die unterschiedlich detaillierte Abstufung der visuellen Marmorierungsbeurteilung wird vom Autor als Erklärung genannt. Zwischen videobildanalytisch (VBA) ermitteltem IMF-Gehalt und subjektiver Marmorierungsbeurteilung nach RISTIC (1987) wurde, basierend auf den 4 Mastversuchen, ein sehr enger Zusammenhang gefunden ($r = 0,9$, $P < 0,001$). Zwischen mit VBA und NIRS bestimmtem IMF-Gehalt fanden sich Pearson r von durchschnittlich $0,74$ ($0,57$ bis $0,83$ in den vier Einzelversuchen, alle $P < 0,001$). Geht man von einer repräsentativen Probenziehung aus, so deutet dies darauf hin, dass die chemische IMF-Bestimmung teilweise die subjektiv ermittelte Marmorierungsausprägung nur bedingt widerspiegelt. Auch FERGUSON (2004) bezeichnen die visuelle Marmorierungsbeurteilung als moderaten Vorhersager des IMF-Gehalts.

4. Schlussfolgerungen

- Die Auswertung von österreichischen Rindermastversuchen belegt, dass Rinderkategorie (Stier, Ochse, Kalbin) und Schlachalter einen signifikanten Effekt auf den intramuskulären Fettgehalt haben. Zwischen Alter und Mastendgewicht besteht zumeist ein Zusammenhang. Das Mastendgewicht, ein in der Literatur vielfach genannter Einflussfaktor, hat, wenn man es statt dem Schlachalter berücksichtigt, ebenfalls einen Einfluss auf den IMF-Gehalt.
- Sowohl zwischen IMF und Fettgewebeklasse als auch zwischen IMF und Nierenfettanteil ist bei Mastrindern ein Zusammenhang feststellbar, d.h. Fettklasse und Nierenfett sind gemeinsam zur Abschätzung des IMF-Gehalts bei Rindfleisch zumindest bedingt geeignet. Für das Einzeltier findet sich allerdings oft, insbesondere wenn man nur die Fettklasse heranzieht, kein Zusammenhang zwischen Fettklasse und IMF-Gehalt.
- Zwischen IMF-Gehalt und für den Genusswert maßgeblichen Fleischqualitätsmerkmale (Scherkraft, Zartheit, Saftigkeit, Safthaltevermögen beim Garen) zeigen sich bei österreichischen Stier-, Ochsen- und Kalbinnenfleisch lose bis moderate Zusammenhänge.
- Für eine ausgezeichnete Rindfleischqualität sind neben der Fleischmarmorierung schlussendlich jedoch noch weitere Faktoren mitverantwortlich (Rinderkategorie, Schlachalter, Fütterung, perimortale Schlachttierbehandlung, Fleischreifung, Zubereitung in der Küche etc.).

5. Literatur

AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN, 1986: Einfluß verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. *Fleischwirtschaft* 66, 1273-1280.

AUGUSTINI, C., 1987: Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität beim Rind. In: *Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 152-179.

BLANCO, M., G. RIPOLL, C. DELAUAUD und I. CASASUS, 2020: Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Sci.* 240, 104156.

BRANSCHIED, W., K.O. HONIKEL, G. VON LENGERKEN und K. TROEGER, 2007: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren – Band 1*, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, 551 S.

CORBIN, C.H., T.G. O'QUINN, A.J. GARMYN, J.F. LEGAKO, M.R. HUNT, T.T.N. DINH c, R.J. RATHMANN, J.C. BROOKS und M.F. MILLER, 2015: Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Sci.* 100, 24-31.

DUFEY, P. und A. CHAMBAZ, 1999: Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität. *Agrarforschung* 6, 345-348.

FERGUSON, D.M., 2004: Objective on-line assessment of marbling: a brief review. *Aust. J. Exp. Agric.* 44, 681-685.

FRICKH, J., 1997: *Qualitätsmerkmale beim Rindfleisch und Rassenvergleich nach Schlachzeitpunkt*. Dissertation am Institut für Nutztierwissenschaften. Universität für Bodenkultur. 97 S.

- FRICKH, J.J., K. ELIXHAUSER, G. IBI und C. MIKULA, 2001a: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt 1168 für das BMLFUW.
- FRICKH, J.J., H. SORGER, G. IBI, K. ELIXHAUSER und C. MIKULA, 2001b: Untersuchungen zur Erarbeitung von Selektionskriterien für die Fleischleistung beim Rind, mit besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität. Abschlussbericht für das Forschungsprojekt Nr. 1095 für das BMLFUW.
- FRICKH, J.J., G. IBI und K. ELIXHAUSER, 2003a: Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Ochsen der Rasse Tiroler Grauvieh. BVW-Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1205 für das BMLFUW.
- FRICKH, J., W. ZOLLITSCH und F. SMULDERS, 2003b: Kennzahlen der Fleischqualität und Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von jungen, intensiv gemästeten Fleckviehtieren und verschiedenen Gebrauchskreuzungen in Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Qualitätsprogrammen. Abschlussbericht für das Forschungsprojekt Nr. 1238 im Auftrag des BMLFUW.
- FRICKH, J.J., K. ELIXHAUSER und G. IBI, 2005: Untersuchung des Pinzgauer Rindes auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Fleischleistungsprüfung. Forschungsbericht 2005 im Auftrag von LK Salzburg und Salzburger Rinderzuchtverband.
- GUERRERO, A., M.V. VALERO, M.M. CAMPO und C. SANUDO, 2013: Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. Acta Scientiarum. Anim. Sci., 35(4), 335-347.
- GAJAWEERA, C., K.Y. CHUNG, E.G. KWON, I.H. HWANG, S.H. CHO und S.H. LEE, 2018: Evaluation of sensory attributes of Hanwoo *Longissimus dorsi* muscle and its relationships with intramuscular fat, shear force, and environmental factors. Can. J. Anim. Sci. 98, 443-452.
- HÄUSLER, J., S. ENZENHOFER, B. FÜRST-WALTl und A. STEINWIDDER, 2015: Auswirkungen unterschiedlicher Absatztermine auf extensiv gefütterte Fleckviehmutterkühe und deren Kälber 2. Mitteilung: Entwicklung der Jungrinder in der Säugeperiode und in der intensiven Ausmastperiode. Züchtungskunde 87, 391-412.
- HONIKEL, K.O., 1998: Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49, 447-457.
- JANISZEWSKI, P., K. BORZUTA, D. LISIAK, E. GREZESKOWIAK und K. POWALOWSKI, 2018: Meat quality of beef from young bull carcasses varying in conformation or fatness according to the EUROP classification system. Ital. J. Anim. Sci., 17, 289-293.
- JOHNSON, H., R. BUTTERFIELD und W. PRYOR, 1972: Studies of fat distribution in the bovine carcass. I. The partition of fatty tissues between depots. Aust. J. Agric. Res. 23, 381-388.
- LI, C., G. ZHOU, X. XU, J. ZHANG, S. XU und J. JI, 2006: Effect of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef *longissimus muscle*. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 19, 1799-1808.
- LEYGONIE, C., T. BRITZ und L. HOFFMAN, 2012: Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. Meat Sci. 91, 93-98.
- LONERGAN, S.M., D.G. TOPEL und D.N. MARPLE, 2019: Chapter 5: Fat and fat cells in domestic animals. In: The science of animal growth and meat technology. 2nd edition, Elsevier Academic Press.

- MACH, N., A. BACH, A. VELARDE und M. DEVANT, 2008: Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Sci.* 78, 232-238.
- MUIR, P.D., J.M. DEAKER und M.D. BOWN, 1998: Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. *New Zeal. J. Agr. Res.* 41, 623-635.
- PARK, S.J., S.H. BEAK, D.J.S. JUNG, S.Y. KIM I.H. JEONG, M.Y. PIAO, H.J. KANG, D.M. FASSAH, S.W. NA, S.P. YOO und M. BAIK, 2018: Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle – A review. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 31, 1043-1061.
- PETHICK, D.W., L. MCINTYRE, G. TODOR und J.B. ROWE, 1997: The partitioning of fat in ruminants - can nutrition be used as a tool to regulate marbling? *Recent Advantages of Animal Nutrition in Australia*, University of New England, Armidale NSW, Australia, 151-158.
- PETHICK, D.W., G. HARPER, J.F. HOCQUETTE und Y.H. WANG, 2006: Marbling biology-what do we know about getting fat into muscle. *Australian beef - the Leader Conference*, New England, Armidale, NSW, 103-110.
- POLKINGHORNE, R.J. und J.M. THOMPSON, 2010: Meat standards and grading – A world view. *Meat Sci.* 86, 227-235.
- PUGH, A.K., B. MCINTYRE, G. TUDOR und D.W. PETHICK, 2005: Understanding the effect of gender and age on the pattern of fat deposition in cattle. In: Hocquette, J.F., Gisle S. (eds.): *Indicators of milk and beef quality*. Wageningen Academic Publishers, 405-408.
- RISTIC, M., 1987: Genußwert von Rindfleisch. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 207-234.
- SANAA, D., 2009: Fleischleistung und Fleischqualität bei Weidekälbern unter Berücksichtigung des mit Videobildanalyse bestimmten Fettanteils im *M. longissimus dorsi*. S. 226. *Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät Humboldt Universität, Berlin*, p. 226.
- SEVANE, N., G. NUTE, C. SANUDO, O. CORTES, J. CANON, J.L. WILLIAMS und S. DUNNER, 2014: Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. *Livest. Sci.* 160, 1-11.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER und G. MAIERHOFER, 2006: Einfluss der Protein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullmast - I. Mastleistung. *Züchtungskunde* 78, 136-152.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER und L. PODSTATZKY, 2019: Weideochsenmast ohne Kraftfutter - 2. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. *Züchtungskunde* 91, 347-359.
- TERJUNG, N., F. WITTE und V. HEINZ, 2020: Multifaktorielle Einflüsse - Ein Überblick zur Zartheit von Rindfleisch. *Fleischwirtschaft* 2020, 82-87.
- TERLER, G., C. TRIPPOLD, M. VELIK, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2015: Wagyu-Kreuzungen in der Rindermast: Welche Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität kann erwartet werden? 42. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal*, 81-87.
- TERLER, G., M. VELIK, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2016: Auswirkungen hoher Mastendgewichte auf Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Stieren. 43. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal*, 53-62.

VELIK, M., A. STEINWIDDER, J.J. FRICKH, G. IBI und A. KOLBE-RÖMER, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80, 378-388.

VELIK, M., D. EINGANG, J. KAUFMANN und R. KITZER, 2009: Fleischqualität österreichischer Rindfleisch-Markenprogramme (Ochse, Kalbin, Jungrind): Ergebnisse einer Stichprobenerhebung. 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 85-93.

VELIK, M., E.M. FRIEDRICH, J. HÄUSLER und A. STEINWIDDER, 2013: Färsenmast auf Kurzrasenweide oder im Stall - Einfluss auf Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität. *Züchtungskunde* 85, 206-215.

VELIK, M., I. GANGNAT, R. KITZER, E. FINOTTI und A. STEINWIDDER, 2013: Fattening heifers on continuous pasture in mountainous regions – Implications for productivity and meat quality. *Czech J. Anim. Sci.* 58, 360-368.

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, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 39-48.

VELIK, M. und G. TERLER, 2019: Milchbetonte Rindertypen in der Stiermast – Leistungsvermögen, Fleischqualität, Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkung von 3 Holstein Friesian-Genotypen und Fleckvieh. Zwischenbericht des Dafne-Projekts Nr. 101068 im Auftrag des BMNT.

VELIK, M., 2020: Fleisch-Marmorierung als ein Qualitätsmerkmal von Rindfleisch – Grundlegendes. 47. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 45-54.

VIEIRA, C., M.T. DIAZ, B. MARTINEZ und M.D. GARCIA-CACHAN, 2009: Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Sci.* 83, 398-404.

WARRISS, P.D., 2000: Chapter 2: The growth and body composition of animals. In: *Meat Science: an introductory text*. 2nd edition, CABI Oxfordshire, Cambridge.

WEGNER, J., E. ALBRECHT und K. ENDER, 1998: Morphologische Aspekte des subkutanen und intramuskulären Fettzellwachstums beim Rind. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 41, 313-320.

Mit der „Standortgerechten Landwirtschaft“ besser (be-) wirtschaften!

Sustainability with site-adapted-farming!

Thomas Guggenberger^{1*}, Georg Terler¹, Christian Fritz¹, Markus Herndl¹ und Elfriede Ofner-Schröck¹

Zusammenfassung

Konventionelle Betriebe nähern sich seit Jahrzehnten den natürlichen Wachstumsgrenzen der betrieblichen Standorte. Das Wachstum konnte manchmal die schlechte Entwicklung der Erzeugerpreise kompensieren und das notwendige Familieneinkommen sicherstellen, die Effizienz der Betriebe in den drei Säulen der Nachhaltigkeit hat es aber immer gesenkt. Diese Reduktion der Effizienz wird biologisch durch das „Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses“ und ökonomisch durch die Schere zwischen den Produkterlösen und dem allgemeinen Wirtschaftswachstum erzwungen. Das Konzept der standortgerechten Landwirtschaft beruht auf einer begrenzten, auf die Fähigkeiten der eigenen Wiesen und Äcker angepassten, Produktionsleistung. Die darin enthaltenen Maßnahmen führen zu einer natürlichen Senkung der nationalen Produktionsmenge, mildern so den derzeitigen Verdrängungswettbewerb zwischen konventionellen Betrieben und berücksichtigen eine ganze Reihe an Forderungen der Gesellschaft an eine umfassende Produktqualität. Damit öffnet sich die Tür zu einer positiven Preisentwicklung und zu begleitenden Transferzahlungen. Dieser Beitrag bespricht grundlegende biologische, ökonomische und organisatorische Wirkungsmechanismen und stellt neun grundlegende Maßnahmen für den landwirtschaftlichen Betrieb vor.

Schlagwörter: Standort, Landwirtschaft, Wachstumsgesetze, Wertschöpfungskette, Regeln, Gesellschaftliche Bewegung

Summary

Conventional farms more and more have reached the natural limits of growth. Sometimes growth compensated for the weakness of producer price and secured the income of farming family. However, growth always reduced farm efficiency in the three pillars of sustainability. This reduction in efficiency is forced by the biological „law of diminishing returns“ and the economic gap between product revenues and overall economic growth. The concept of site-adapted-farming is based on a limited production output, adapted to the natural potential yield of farmer's meadows and fields. These measures lead to a natural reduction in national production levels, thus mitigating the current cut-throat competition between conventional farms. Furthermore, it takes into account a whole range of society's demands for comprehensive product quality. This also opens the door to positive price development and accompanying transfer payments. This paper fundamentally discusses biological, economic and organizational impact mechanisms and presents nine basic rules for farmers.

Keywords: Location, agriculture, growth laws, value chain, rules, societal movement

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

* Ansprechpartner: Dr. Thomas Guggenberger, email: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

Warum wir die standortgerechte Landwirtschaft jetzt unbedingt brauchen (GUGGENBERGER et al. 2020a)!

Landwirtschaftliche Nutztiere werden, wie alles Leben, durch physikalische und biochemische Prozesse gesteuert. Der Mensch beeinflusst diese im Rahmen seiner Managementaktivitäten. Prozesse reagieren bzw. interagieren in einem Netzwerk von Stellgrößen die gemeinsam auf die Leistungserstellung wirken. Effizienz entsteht dann, wenn diese Leistungserstellung einen überproportionalen Anteil am Aufwand einnimmt. Sie wird dabei nie durch eine singuläre Maßnahme erreicht, sondern ist immer der Ausdruck eines gesamten Portfolios an kleinen Einzelerfolgen die sich der landwirtschaftliche Betrieb erarbeitet hat. Diese Erkenntnis ist ein direkter Auftrag für eine homogene und gleichmäßige Gestaltung aller Aufgaben am Bauernhof. Eine zu starke Priorisierung einzelner Teilprozesse ist wenig ratsam, weil dadurch das Gleichgewicht aller Aspekte gestört werden kann.

Angetrieben durch den persönlichen Gestaltungswillen und gesteuert durch Signale der bäuerlichen und gesellschaftlichen Gemeinschaft verändern/entwickeln BetriebsleiterInnen die notwendigen Teilprozesse. Sie folgen dabei, wie alle Menschen, Grundkonzepten des sozialen Handelns (WEBER und WINCKELMANN 1922). Entscheidungen betreffen sowohl technische Konzepte als auch emotionale Haltungen. Weil nicht jede Entscheidungsoption mit vergleichbarer Kompetenz oder ähnlichen Erfolgsaussichten ausgestattet ist, werden am Betrieb jene favorisiert, die nahe am eigenen Wissen oder der eigenen Haltung liegen (wo man einen „Vorteil“ hat oder sich einen verspricht) und die erfolgsversprechend sind. Aus diesem Anfangstatbestand entwickelt sich im Laufe der Zeit ein ausgetretener Pfad der die notwendige Alltagssicherheit gibt, aber aus verschiedenen Gründen auch schwer verlassen werden kann. Es gilt wie immer: Das Richtige richtig tun! Aber was ist das Richtige?

Produzieren und Managen sind gleich wichtig!

Der Gesamtwirkungsgrad landwirtschaftlicher Betriebe η_G ist das gemeinsame Produkt des nach innen gerichteten Teilwirkungsgrade der Produktion η_p , mal dem nach außen gerichteten Teilwirkungsgrad der betrieblichen Entscheidungen η_M (siehe Formel 1) für alle Betriebszweige z.

$$\text{Gesamtwirkungsgrad } \eta_G = \sum_{z=1}^n \text{Produktion } \eta_{p_n} \times \text{Betriebsführung } \eta_{M_n}$$

Formel 1: Gesamtwirkungsgrad der landwirtschaftlichen Betriebe

Dieser Zusammenhang erzwingt sich seine Wirksamkeit über die Multiplikation der Teilbereiche und fordert richtige Entscheidungen und Innovationen in beiden Bereichen. Dem Betrieb hilft die Exzellenz in der Produktion nicht, wenn er die Signale des Marktes nicht erkennt und umgekehrt müssen auch gut vermarktete Produkte aus einer stimmigen Produktion kommen. Zur Schärfung dieser Ausführung wollen wir drei Beispiele zeigen:

- Die individuelle Kundenbindung: Auf dem Weg zu selbst produzierten Lebensmitteln treffen sich immer öfter kleinen Gruppen von Nicht-LandwirtInnen um Acker- und Gartenbau zu betreiben (Solidarische Landwirtschaft) (WILD 2012). Mit einem hohen Maß an Wertschätzung und Organisationstalent ausgestattet, geraten diese Gruppen oft in Schwierigkeiten, weil sie über zu wenig Produktionskompetenz verfügen. Erst wenn sie sich, und das ist in der Zwischenzeit meist die Regel, einem bestehenden landwirtschaftlichen Betrieb anschließen gelingt das Projekt. Der Bauernhof bringt dann Kompetenz und Basisarbeitsleistung ein und tauscht diese gegen Gemeinschaftsgefühl, Gemeinschaftsarbeit und Kundenbindung aus. Für beide Gruppen ist das in der Regel ein Gewinn und auf geeigneten Standorten ein Zukunftsmodell,

das allen viel Freude machen kann, weil hier beide Aspekte aus Formel 1 gewürdigt werden. Das Gleiche gilt auch für erfolgreiche Direktvermarktungsbetriebe.

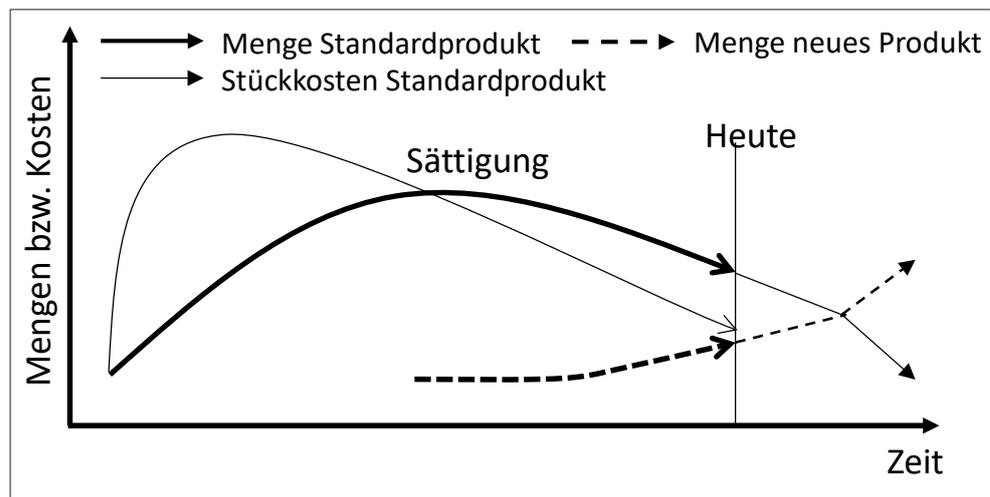
- Der wachsende Betrieb: Im Vertrauen auf die Performance der bäuerlichen Genossenschaften und der praktischen Unmöglichkeit hohe Produktionsmengen selber zu verarbeiten und zu vermarkten, haben Betriebe ihre eigene Vermarktungskompetenz aufgegeben. Das kann, wie am Beispiel der biologischen Milchwirtschaft ein Segen sein, für viele konventionelle Betriebe ist es aber seit 15 Jahren mehr und mehr ein Fluch. Stagnierenden Produkterlösen und gesellschaftlichen Transferzahlungen stehen steigende Betriebsmittelkosten gegenüber. Bei konstanter Betriebsgröße wird es für diese Betriebe immer schwerer ihr Haushaltseinkommen zu erwirtschaften und vielen bleibt vorerst nur der Ausstieg oder der Ausweg in ein betriebliches Wachstum. Dieses kann auf der Basis von zugekauften Betriebsmitteln oder durch eine Flächenausweitung des Betriebes erfolgen. Ihre fachliche Kompetenz verhilft erfolgreichen Betrieben zu einer hohen Produktionseffizienz und viele Entscheidungen werden auch so getroffen, dass eine Intensivierung der Produktion erreicht wird. Das sichert dem Einzelbetrieb für einen kurzen Augenblick das Familieneinkommen. Auf lange Sicht ist es nichts anderes als ein Verdrängungswettbewerb zwischen landwirtschaftlichen Betrieben. Der zunehmende Automatisationsgrad verstärkt diesen Effekt und verdrängt bäuerliche Arbeitsplätze durch Maschinen. Dieser Prozess läuft im Schnitt der letzten 70 Jahre der österreichischen Landwirtschaft mit einer Geschwindigkeit von -1 % der Betriebe pro Jahr (BMNT 2019). In der Milchwirtschaft, diese ist zeitlich aufwendiger und deshalb weniger gut mit diversen Erwerbskombinationen zu verbinden, beträgt die Aufgaberrate langfristig sogar 1,5 %. Diese Entwicklung ist auch Ausdruck der Vernachlässigung von η_M in Formel 1.
- Die Vermarktungsgemeinschaften: Um die Probleme in der Preisbildung zu beheben und um den KonsumentInnen die Wertschätzung überhaupt erst zu ermöglichen, findet schon immer ein Differenzierungswettbewerb statt. Die Differenzierung erfordert Alleinstellungsmerkmale der Produkte. Produkte können exklusiv sein oder sich durch einen besonderen Geschmack hervortun. Sie können aber auch soziale Muster oder das traditionelle Verhalten der KonsumentInnen berühren. Was immer sie sind, eines sind sie nie: Sie sind nicht substituierbar, sie können nicht beliebig durch andere Produkte ausgetauscht werden. Ihre Alleinstellung behalten Sie auch, weil die Vermarktungsgemeinschaften Regeln erstellt haben, die eine Knappheit sicherstellen. Ob dies über eine räumliche oder sachliche Abgrenzung geschieht ist unbedeutend. Eine hohe Menge an Nahrungsmitteln in Österreich trägt heute das AMA-Gütesiegel. Dieses wurde so positioniert, dass die Kunden die Landschaft der Produktionsbetriebe erkennen und sich sicher sein können, dass die Produkte kontrolliert werden. Die Produktionskriterien müssen über dem gesetzlichen Standard liegen. Weil der letzte Punkt nicht sehr ambitioniert ausgefüllt wird, gilt das AMA-Gütesiegel heute vor allem als eine verlässliche Marke für Produkte aus Österreich. Das in Hinblick auf die Ausdifferenzierung der Produktionsregeln erfolgreichste Beispiel in Österreich ist die biologische Landwirtschaft. Diese adressiert ihre Kunden seit 30 Jahren mit dem Wunsch nach einer besseren Welt und einer Steigerung der eigenen Gesundheit. Die Produktionskonzepte sind diesem Wunsch angepasst und die aktuelle Straffung der Richtlinien sind eine Rückbesinnung auf die eigenen Wurzeln. Auch der Heumilch ist im letzten Jahrzehnt ein erfolgreiches Vermarktungskonzept gelungen. Auch diese Produktionsgemeinschaft hat ihr Wirken an ein Regelwerk gebunden. Das gilt auch für eine hohe Anzahl kleinerer Produktionsgemeinschaften in allen Produktionszweigen. Was hier ganz laut gesagt werden muss: Marken sind noch keine Vermarktungsgemeinschaft. Marken können zwar eine Vermarktungsgemeinschaft repräsentieren, meist sind Marken aber ein Werkzeug des Marketings und leben mehr von ihrer Werbebotschaft als von den inneren Werten der Produkte. Vermarktungsgemeinschaften sind mehr, sie sind eine Bewegung. Erfolgreiche Vermarktungsgemeinschaften achten auf die Balance von η_p und η_M .

Produktentwicklung und Zukunftschancen

Nun, da mit den drei Beispielen der ganze Handlungsbogen von der Produktion bis zum Konsumenten gespannt wurde, können wir uns wieder der Frage nach den wichtigen und richtigen Zukunftskonzepten widmen. Gerne würden wir hier sofort mit einer langen Liste von Empfehlungen beginnen. Die bringt aber nur dann etwas, wenn wir uns über den Handlungsbedarf verständigen können!

In jedem Betrieb, egal ob produzierendes Unternehmen oder Dienstleister, auch in der Bildung und Wissenschaft, ja selbst in der Politik, gibt es Kräfte die an der nächsten Generation von Produkten arbeiten. In der Wirtschaftstheorie wird jedem Produkt eine Kurve zugesprochen die den Lebenszyklus des Produktes beschreibt. Diese Kurve beginnt nach der Produktentwicklung mit der Einführung und wenn alles gut gelingt, gewinnt das Produkt so lange an Bedeutung bis die gesamte Nachfrage erfüllt wurde. Mit der Sättigung am Markt verliert das Produkt an Bedeutung und es wird bald durch ein neues, attraktives Produkt ersetzt (MANKIW 2001, HOLZBAUR 2007). Diese Entwicklung wird ökonomisch von einem zeitlichen Versatz begleitet. Die Entwicklungskosten und die Markteinführung, zweifelsohne der anstrengende Teil einer Produktentwicklung, belastet die Wachstumsphase, weshalb viele Unternehmen nach dem Abtragen der Einführungskosten lange in der Sättigung verharren und eigene Innovationen erst sehr spät, oft zu spät, lancieren. Meistens tritt daher vorher eine Verdrängung durch andere Unternehmen ein.

Abbildung 1: Produktzyklen



Bildbeschreibung: Konzepte wie Produktions- und Produktlebenszyklen beschreiben, dass auf eine aufwendige Einführungsphase zuerst eine erfolgreiche Ausweitung folgen kann, dass dann aber das Wachstum in eine Sättigung kommt. Der ursprüngliche Wachstumstreiber (z.B. eine breitere Produktpalette und Kaufkraft) verliert an Bedeutung und wird durch einen neuen ersetzt. Wenn es aber keine Innovationen im Produktionsprozess gibt, dann verdrängen andere Produkte die Wertschöpfung bzw. bleibt eine Steigerung im Marktsegment aus.

Betrachten wir mit diesem Wissen die konventionelle Milchproduktion in Österreich, dann kann die gesamte Geschichte der Milchwirtschaft in den letzten 70 Jahren rasch erzählt werden. Die Erfahrung der Hungerjahre im und nach dem zweiten Weltkrieg haben auf der Seite der Konsumenten zu einer hohen Nachfrage geführt, die auch rasch durch die Landwirtschaft erfüllt wurde. Dies wurde durch Innovationen in den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen und durch die Nutzung wirksamer Betriebsmittel möglich. Innerhalb der nationalen Grenzen zeigten sich bereits in den späten 1970er Jahren die ersten Fehler in dieser Produktion und die nun satten Konsumenten weiten den Anspruch an das Produkt aus. Das tun sie bis heute und verhelfen damit alternativen Produktionswegen und Ernährungsformen zu einer stetigen Entwicklung. Das sich die konventionelle Land-

wirtschaft trotz dieser internen Konkurrenz in der Mengengestaltung entwickelt hat, liegt nicht an den bäuerlichen Betrieben sondern an der Kompetenz der Molkereien. Sie haben Produkte entwickelt, die sie in die ganze Welt verkaufen konnten. Rentabel war das aus der langen Sicht der bäuerlichen Betriebe in den letzten 30 Jahren nicht, weil sich der Milchpreis in Österreich mit einigen Ausreißern immer schlechter entwickelt hat als das Wirtschaftswachstum (siehe *Abbildung 2*). Nur zweimal seit der Marktsättigung hat es in der konventionellen Landwirtschaft eine Innovation im Produktionsverfahren gegeben. Das Konzept der GVO-Milch wurde von der gesamten Milchwirtschaft über viele Jahre sehr erfolgreich umgesetzt (BGBL. 510/1994 1994). Weil sie aber inzwischen eine Quasi-Standard auf vielen Zielmärkten ist, hat Österreich diesen Vorteil weitgehend verloren. Mit Ausnahmen der Biomilch, der Heumilch und einigen Molkereiprojekten folgen derzeit 2/3 der österreichischen Milchproduktion immer noch den produktionsorientierten Konzepten der 1970iger Jahre.

Wenn wir die realen Daten der konventionellen Milchproduktion mit diesem Wissen in die Kurve eintragen, dann sehen wir, dass wir uns aus der Sicht des Produktionswerts bereits am Übergang von der Sättigung zum Rückgang befinden. Untersuchen wir die gleiche Fragestellung aus der Sicht der Betriebsstrukturen, dann befindet sich die konventionelle Milchwirtschaft ganz eindeutig am Ende ihres Lebenszyklus. In dieser Position kann sie vor allem im Exportanteil beliebig ausgetauscht werden. Weitere Expansion auf dieser Basis bedeutet nichts anderes als ein totes Pferd zu satteln.

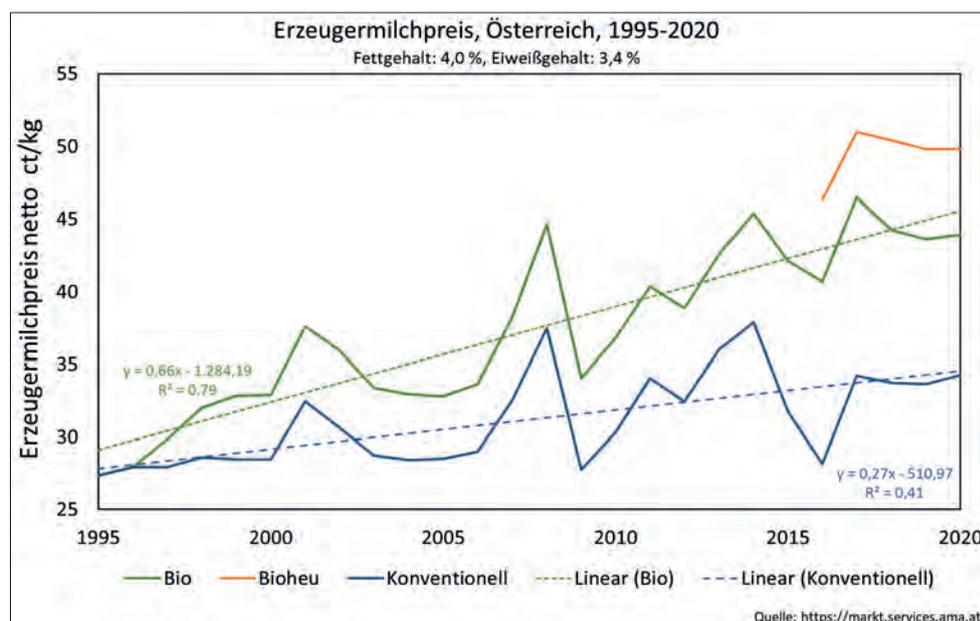


Abbildung 2: Entwicklung des Milchpreises zwischen 1995 und 2020 in Österreich (AGRARMARKT AUSTRIA 2020)

Bildbeschreibung: Ausgehend vom vergleichbaren Niveau hat sich der Netto-Milchpreis in Österreich in den letzten 25 Jahren sehr unterschiedlich entwickelt. Die Wachstumsrate des biologischen Milchpreises ist 2,4 mal so hoch wie jene der konventionellen Milch. Das bedeutet, dass die biologische Milchwirtschaft in etwa dem nationalen Wirtschaftswachstum folgen kann, während die konventionelle Landwirtschaft von Jahr zu Jahr mehr unter Druck gerät.

Von der Depression zur Innovation

Der Handel hat uns in den letzten Monaten über den erfolgreichen Verkauf von Produkten der biologischen Landwirtschaft informiert. Diese Produkte sind emotional aufgeladen und jede der großen Handelsketten hat eine eigene Bio-Hausmarke entwickelt, die intensiv gepflegt und bestens positioniert wurde. Dieser Erfolg zeigt, dass durchgängige Vermarktungsstrategien zum Vorteil aller funktionieren können. Man feiert sich. Kon-

ventionelle Bauern sind zur Party nicht eingeladen. Sie erleben folgendes: Die hohe Produktionsmenge macht alle Akteure entlang der Vermarktungskette zum Bittsteller des billigen Massenkonsums. In dieser inzwischen schon gewohnten Haltung haben sich eine ganze Reihe von Mechanismen entwickelt die eine positive Entwicklung blockieren und deshalb behoben werden müssen. Dazu gehören...

- ...beim Verteilermarkt das Argument, dass der Preis das zentrale Verkaufsargument ist. Dieses Argument wird regelmäßig mit dem Mengenabsatz von Aktionsprogrammen bestätigt. Die Kaufentscheidung des Kunden, das wird verschwiegen, beruht aber nicht auf dem Aktionspreis, sondern wird durch die relative Differenz zum Normalpreis ausgelöst. Kunden wissen also gar nicht genau was die Nahrungsmittel des Alltags kosten, sie können sich aber eine Reduktion von 25 % gut vorstellen. Geiz ist nicht geil, aber das Gefühl sich einen Vorteil zu verschaffen ist sehr attraktiv. Für eine vernünftige Ernährung der österreichischen Bevölkerung brauchen wir keine Aktionen (eher das Gegenteil), aber die einzelnen Handelshäuser brauchen sie für ihren eigenen Verdrängungswettbewerb. Die täglichen Tiefpreisangebote zeigen uns diesen Handelskrieg. Der konventionellen Landwirtschaft sollte klar sein, dass sie selbst die Munition dafür liefert! Im Frühjahr 2020 haben sich LandwirtInnen vor einem österreichischen Handelshaus eingefunden, um deren Blockade der Preisentwicklung im Milchbereich mit einer Blockade der Zufahrtswege zu beantworten. Solche Aktionen zeigen wohl kurzfristig Erfolg, langfristig wird für den einzelnen konventionellen Milchbauern aber nur ein Umbau der gesamten Wertschöpfungskette in Richtung eines höheren Qualitätsstandards mehr Wertschätzung bringen. Die Handelshäuser haben daran durchaus Interesse, weil auch sie an Qualitätsprodukten mehr verdienen können. Das Glücksgefühl, das billigste Produkte gekauft zu haben, kann durch das Gefühl eines Bestkaufes im Sinne eines guten Preis-Leistungs-Verhältnisses ausgetauscht werden (LEITOW 2005). Konsumenten kennen dieses Gefühl von fast allen anderen Kaufentscheidungen des Alltags.
- ...bei den bäuerlichen Genossenschaften die Strategie der Minimierung der Stückkosten über eine hohe Produktionsmenge. Die Lebensmittelindustrie ist durch hohe Abschreibungskosten belastet, weil chemische Reaktionen wertvolle Materialien erfordern, hohe gesetzliche Standards eingehalten werden müssen und ein hoher Automatisationsgrad besteht. Um geringe Stückkosten zu erreichen wird von der Geschäftsleitung nach den Regeln der Unternehmensführung ein hoher Durchsatz angepeilt. Im Zusammenhang mit den eben angesprochenen Tiefpreisangeboten reicht es dabei, wenn die Unternehmen kurzfristig alle variablen Kosten decken können. Diese variablen Kosten beinhalten die Rohstoffkosten, die Löhne und die Kosten für Energie, Verpackungen und Zutaten. Der einzige Verhandlungsspielraum bei diesen Kosten besteht bei den Rohstoffpreisen der bäuerlichen Eigner. Diese könnten gemeinsam über ihr Mengenangebot steuernd in die Wertschöpfungskette eingreifen. Weil sie aber, gleich wie ihre Genossenschaften der Strategie der Stückkostenminimierung folgen, sind sie in dieser Frage kaum handlungsfähig. Eher noch steigern sie mit der Summe der Rohstofflieferung den Durchsatz des Unternehmens und erzwingen damit den Ausbau von Infrastruktur. Dieses Wachstum wird oft als Erfolg verkauft, eigentlich schmälert es aber die Wettbewerbsfähigkeit der bäuerlichen Genossenschaften, weil diese ihre Flexibilität verlieren. Geringe Stückkosten als Wettbewerbsvorteil können auch über die Gestaltung von Prozessen und über die Langlebigkeit von Infrastruktur erreicht werden. Genossenschaftliche Eigner sollten ihr Unternehmen nicht als bloße Abgabestelle ihrer produzierten Menge sehen, sondern das Unternehmen in bei der Erzielung hoher Gewinnmargen unterstützen.
- ...am Bauernhof die fehlende Wahrnehmung der gesamten Wertschöpfungskette mit allen Akteuren. Mehrfach wurde im Beitrag die fehlerhafte Mengensteuerung von konventionellen Produkten bereits angesprochen, aber wie ist diese überhaupt möglich? Aus der Sicht der Produktionseffizienz η_p in Formel 1 geht es um einen

hohen Wirkungsgrad im Ein- und Umsatz von Betriebsmitteln und Nährstoffen. Ein einzelner Bauernhof interessiert sich dabei meist nicht für die Veränderung der Effizienz von Wirkungsfaktoren über die Jahre, wie sie sich aus dem Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses ergibt. Vielmehr beobachtet er die Entwicklung singulärer Produktionskennzahlen, und wenn sich diese in die vorgesehene Richtung bewegen gilt das bereits als erfolgreiche Betriebsführung.

Welch kolossaler Irrtum, der mit folgender Metapher aufgearbeitet werden soll: Wenn Sie mit dem PKW bremsen, dann genügt es ihnen nicht, dass sie langsamer werden. Viel wichtiger ist für sie, dass sie so bremsen, dass sie nicht in Gefahr geraten. Diese Gefahr muss für Sie erkennbar sein, weshalb sie aufmerksam sind. Sie beobachten das Wetter und alle anderen Verkehrsteilnehmer. Für die Sicherheit im Straßenverkehr trotz der großen Bewegungsdynamik gelten für alle Verkehrsteilnehmer und für jeden Straßenkilometer in Österreich defensive Regeln, die auch exekutiert werden. Raser werden gebremst, damit alle in Sicherheit bleiben.

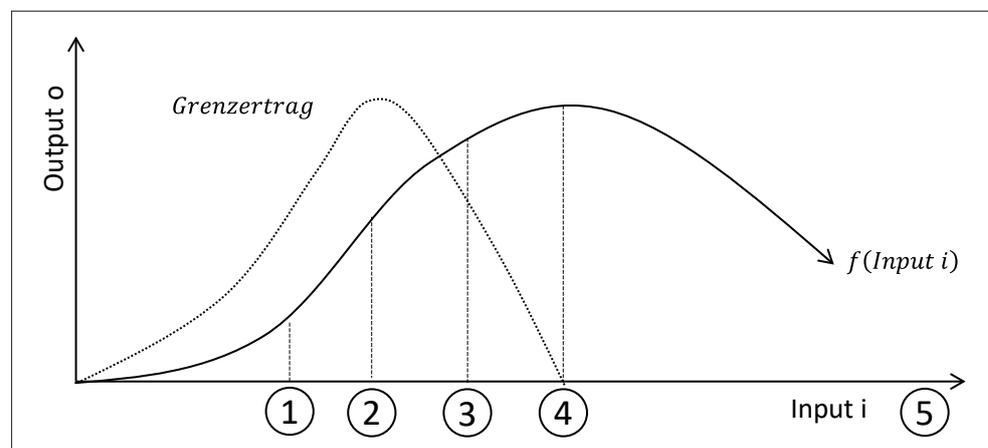
- Wenn wir die Metapher auf die Gemeinschaft der konventionellen Landwirte übertragen, fallen uns sofort zwei Dinge auf. Erstens haben wir aus der Sicht des Einzelbetriebes eine schlechte Gesamtsicht und zweitens wird die Bewegungsdynamik nur mangelhaft gesteuert. Dass z.B. die Kuhmilchprodukte weit über dem Inlandsverbrauch, kann nicht mit einer plötzlichen Veränderung der Erträge auf den einzelbetrieblichen Flächen begründet werden. Vielmehr ist es so, dass die Fortschritte in der Pflanzen- und Rinderzüchtung, der mineralischen Düngung und der Pflanzenschutz im Ackerbau in direkter und indirekter Form zu einer Verdichtung und Beschleunigung von Nährstoffkreisläufen am nutztierhaltenden Einzelbetrieb geführt hat. Als konventionelle BetriebsleiterIn können Sie diese Effekte über mehrere Pfade befeuern. Sie können Grünland etwa direkt mit Handelsdünger düngen oder sie beziehen eine bestimmte Menge an Getreide, führen diese kaskadisch einmal durch ihre Nutztiere und düngen dann mit den Ausscheidungen ihre Grünlandflächen. So oder so erreichen Sie eine Beschleunigung. Diese wird in der Landwirtschaft durch Obergrenzen = Maximalgeschwindigkeit geregelt, aber diese Regelungen sind zu liberal um damit die Menge zu steuern. Deshalb, um zur Metapher zurückzukommen, gleicht die konventionelle Landwirtschaft in den meisten Ländern der Welt einer Autobahn. Der Effekt dieses Verhaltens wurde bereits mehrfach erwähnt: Immer größer werdende Einheiten verdrängen bei höherer Geschwindigkeit die kleineren Teilnehmer, sie werden am Pannestreifen zurückgelassen. Viele Täter von heute sind dabei ein Opfer von morgen.

Die Gründe für das Handeln des einzelnen Bauernhofes entsprechen jenen, die wir im vorhergehenden Punkt für die bäuerlichen Genossenschaften dargelegt haben. Wenig überraschend sind deshalb auch die Handlungsempfehlungen die gleichen: Wir benötigen für jeden konventionellen Bauernhof der überleben soll eine optimale Gestaltung der Produktionsfunktion und eine maximale Ausnutzung von langlebiger Infrastruktur. Dies schließt am Bauernhof neben den technischen Ausstattungen vor allem die Fruchtbarkeit von Böden, Pflanzen und Tieren mit ein. Dazu kommt aber noch eine ganz entscheidende Notwendigkeit: Die gesamte Wertschöpfungskette muss dieses Verhalten unterstützen, steuernd entwickeln und ökonomisch honorieren. Wenn ich aber will, dass meine Abnehmer die Milch und das Fleisch als ein wertvolles Produkt begreifen und behandeln, dann muss ich sie fragen: Was macht die Milch und das Fleisch in euren Augen zu einem wertvollen Produkt? Die Antworten darauf liefern die Grundlage für eine Qualitätsstrategie. Diese impliziert letztlich ein bremsendes Regulativ und bildet eine Grundlage für die Sicherheit der Marktteilnehmer im Warenverkehr.

Anders gesagt: Damit die Gemeinschaft der konventionellen landwirtschaftlichen Betriebe den internen Verdrängungswettbewerb bremsen kann, muss die Produktionsintensität auf ein Niveau gesenkt werden, das eine höherwertige Vermarktung auf Grundlage der verfügbaren Standortausstattung ermöglicht. Dieses Niveau kann über die langjährige Entwicklung der angelieferten Menge in Österreich abgeschätzt werden. Die letzte nationale Gesamtliefermenge auf der Basis einer Quotenregel wurde im vollen Milchjahr 2014 mit einem Wert von 3.062 Millionen Tonnen notiert. Diese Menge hat sich aus der Aufweichung der harten Kontingentierung ab 1995 ergeben – damals erreichte die Lieferleistung einen Wert von 2.297 Millionen Tonnen. Auffällig ist aber nicht nur die Entwicklung der Produktionssteigerung, sondern vor allem die Veränderung der Ablieferquote. Die Gesamtproduktion im Jahr 1995 lag bei 3.148 Millionen Tonnen, jene im Jahr 2015 bei 3.537 Millionen Tonnen (+ 12 %). Im gleichen Zeitraum ist die Ablieferquote von 72,7 % auf 87,7 % (+ 15 %) angestiegen. Die demographische Veränderung in der Landwirtschaft, die voranschreitende Spezialisierung und die Entwicklung am Kalbfleischmarkt haben zu einem deutlichen Rückgang des Eigenverbrauches und der Futtermilch geführt. Das letzte, langjährig stabile Plateau in der Milchanlieferung liegt im Zeitintervall zwischen 2000 und 2006. Dort wurden immer rund 2.600 Millionen Tonnen an Milch angeliefert. Gelingt in Österreich z.B. wieder die Eigenproduktion von Kalbfleisch und exportieren wir weiterhin die Spitzenprodukte unserer Molkereien liegt das marktverträgliche Gesamtproduktionsvolumen im Bereich von maximal 3.200 Millionen Tonnen. Das bedeutet, dass die Leistung der nationalen Milchkuhherde derzeit mindestens um 1.000 kg pro Kuh und Jahr zu hoch ist.

Bereits die Aussage, dass wir die Herdenleistung in Österreich auf dem jetzigen Niveau stabilisieren müssen wird viele Leser verunsichern, dass wir aber für eine echte Wende in der konventionellen Milchwirtschaft die Leistung sogar um mindestens 15 % zurücknehmen müssen, zeigt das dafür eine Innovation notwendig ist. Diese wird in einem kleinen Rahmen beginnen und muss, wenn sie erfolgreich sein will, am Ende eine breite Bewegung aller konventionellen Betriebe sein. Wer das für unerreichbar hält, der soll einen Blick in die Automobilindustrie riskieren: Die E-Mobilität wurde lange angezweifelt, heute schwenken die großen Automobilkonzerne mit voller Energie um und haben die Ziele

Abbildung 3: Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses (MITSCHERLICH 1909)



Bildbeschreibung: Jenen Ertrag o den wir für eine zusätzliche Einheit an i erreichen, nennen wir Grenzertrag. Am Beginn der Ertragsfunktion f kann der Input i keine Wirkung entfalten, weil die Grundbedingungen (z.B. Fruchtbarkeit) noch nicht hergestellt wurden. Sobald dies geschehen ist, steigt der Ertrag rasch an. Bei ① erreicht die Zunahme des Grenzertrages ein Maximum. Bis ② wächst der Grenzertrag, nun aber immer langsamer weiter und nimmt danach ab. Ab ④ wird der Grenzertrag negativ (die Fruchtbarkeit wurde maßgeblich gestört), danach nimmt auch der Ertrag o bis ⑤ ab und erreicht hier wieder die Ausgangssituation. Am Punkt ③ wird der Durchschnittsertrag von f erreicht. Sinnvolle Ertragsziele liegen zwischen ② und ④.

mit der autonomen E-Mobilität sogar noch höhergesteckt. Sie tun das ganz sicher nicht aus edlen Motiven, sondern weil sie erkannt haben, dass sie sonst von der Gesellschaft abgeschnitten werden. Das gleiche gilt für die konventionelle Landwirtschaft. Nur ganz wenige Züchter glauben heute noch euphorisch an die anspruchsvolle Hochleistungskuh. Die breite Masse der Betriebe will für sich eine stabile, gut zu führende und vor allem fruchtbare Herde. Das Leistungsniveau ergibt sich aus der Konfiguration des Gesamtsystems. Ohne Hinwendung zum Konsumenten stehen die Zeiger auf „Leistung“. Wird die gesellschaftliche Haltung stärker integriert und von der gesamten Wertschöpfungskette ausgelobt, wird sich das System auf „nachhaltig“ drehen. Damit wird der konventionelle Betrieb seine Tür in Richtung der Transferzahlungen weiter öffnen und mit höherer Wertschätzung einer besseren Zukunft entgegenblicken. Die standortgerechte Landwirtschaft kann damit die wichtigste Innovation der konventionellen Landwirtschaft werden und einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Betriebsführung η_M leisten.

Das Programm der standortgerechten Landwirtschaft am bäuerlichen Betrieb

Die zentrale Regel des Programmes steht in seinem Namen. STANDORTGERECHT! Nicht eine Quote oder ein Vertragswerk der Wertschöpfungskette bestimmt die Produktion, sondern die natürliche Fruchtbarkeit des Standortes. Weil der Einsatz von ertragssteigernden Betriebsmitteln limitiert wird, tritt deren Wirkung in den Hintergrund und die natürlichen Grundlagen und Konzepte gewinnen wieder an Bedeutung. Die Herdengröße des Betriebes wird enger an die gesamte Erntemenge der Felder gebunden und die Schlagnutzungsstruktur bestimmt die Leistung der einzelnen Tiere. Es ist nicht so, dass sich die konventionelle Landwirtschaft grundsätzlich je von diesem Prinzip gelöst hätte oder hätte lösen können, aber die Einfachheit im Marktzugang zu externen Betriebsmitteln und deren verlässliche Wirkung hat die Bemühungen um Exzellenz in den natürlichen Grundzusammenhängen unterlaufen. So ist die Bedeutung der Bodenfruchtbarkeit durch die Handelsdünger gesunken, die Anbauvielfalt im Ackerbau wurde durch die Möglichkeiten des Pflanzenschutzes gesenkt und die Bedeutung der Futtermenge und Qualität im Grünland durch den Zugriff auf günstiges Getreide reduziert. In der Rinderzucht ist die Intensivierung der Aufzuchtphase der Verkürzung der Nutzungsdauer entgegengetreten.

All diesen Maßnahmen liegt stofflich, ökonomisch und ökologisch das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses zugrunde (MITSCHERLICH 1909). Wie *Abbildung 3* zeigt, nimmt der Grenzertrag von natürlichen Produktionssystemen schon lange vor dem Erreichen des maximalen Ertrages ab, was zu einer Steigerung der Verlustrate in allen Bereichen führt. Nimmt ein Produktionssystem seine Intensität wieder zurück und passt dafür die notwendigen Grundlagen an, so kommt ihm die Effizienz quasi wieder entgegen und die Gesamtpformance des Systems sinkt bei weitem nicht so stark wie das ohne diese Effekte zu fürchten wäre.

Dieses Grundprinzip kann auf viele Bereiche angewandt werden, muss aber immer Kipp-effekte im Auge behalten. Im Pflanzenschutz gibt es z.B. eine Reihe von dynamischen Entwicklungen die sich nicht an das Mitscherlich-Gesetz halten. Die Erkrankungen der Pflanzen und der Schädlingsbefall hängen sehr stark vom Witterungsverlauf ab und so kann deren Wirkungen von sehr geringen bis zu maximalen Schäden führen. Die Verläufe reichen als von linear bis exponentiell. Den Begriff eines standortgerechten Pflanzenschutzes kann es also nicht geben, dieser kann aber *problemorientiert* sein. Eine weitere Abweichung vom Mitscherlich-Gesetz betrifft Stoffe die für ihre Wirksamkeit ein bestimmtes Verhältnis zu anderen Stoffen benötigen oder die nicht in ein Minimum geraten dürfen. Es wäre nicht im Sinne der standortgerechten Landwirtschaft, wenn Rinder auf Grünlandbetrieben mit einem Eiweißüberhang und einem Energiemangel leben müssten und umgekehrt benötigen Betriebe im Silomaisgebiet einen Eiweißausgleich.

Weder die Mineralstoffversorgung von Wiederkäuern noch die Versorgung von Omnivoren und Geflügel mit essentiellen Aminosäuren darf unter das notwendige Minimum fallen. Das gilt auch für Dünger wie Kalk, die nicht ursächlich den Ertrag beeinflussen, sondern die chemischen Bedingungen am Standort regulieren. Mit all diesem Wissen können die vorgeschlagenen Maßnahmen der standortgerechten Landwirtschaft den zwei Säulen der *Ertragsstabilisierung* und der *ausgleichenden Regulierung* zugewiesen werden. Dazu kommt als dritte Säule ein Ausbau im Bereich *Betriebsführung und Zukunftsfragen*.

- 1. Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit:** Verbesserung der Bodenqualität und Humusaufbau inklusive einer Optimierung im Düngemanagement. Verpflichtende Ausbildung in bodenkundlichen Fragen mit den Schwerpunkten Bodenansprache, Bodenverdichtungen, Erosionsschutz, Düngetechnik und Humusaufbau (BIO AUSTRIA 2020). Förderung der Möglichkeiten des Precision Farming und der Digitalisierung im Ackerbau (*Ertragsstabilisierung*).
- 2. Saatgut, Fruchtfolgen und Biodiversität:** Erhöhung der Artenvielfalt an Kulturpflanzen und Ausweitung von Fördermaßnahme zur Steigerung der Biodiversität. Steigerung der Fruchtfolgeglieder mit einem Schwerpunkt auf Eiweißpflanzen und Umsetzungsverpflichtung einer Mindestwirkung an Biodiversitätsmaßnahmen aus einer frei wählbaren Liste (*Ertragsstabilisierung*).
- 3. Düngung und Pflanzenschutz:** Düngung auf geschlossene Nährstoffkreisläufe und niedriges Ertragsniveau, Düngung auf niedrige Ertragserwartung im viehlosen Ackerbau, Nährstoffbilanzierungsverpflichtung auf Tierhaltungsbetrieben, Veränderung bzw. Straffung der Ausbringungsverbote für Wirtschaftsdünger. Orientierung am Vorschlag Green Deal. Pflanzenschutz nach dem Vorschlag der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz (ÖAIP 2020), Orientierung am Vorschlag Green Deal (*ausgleichende Regulierung*).
- 4. Futtermittel:** Keine Betriebsmittel mit ungünstigen Umweltwirkungen aus der Schwarzliste (*ausgleichende Regulierung*).
- 5. Züchtung und Fütterung von Nutztieren:** Fütterung auf ausgeglichene Nährstoffkonzentrationen im Gesamtfutter. Nicht der Leistungswunsch gibt die Fütterung vor, sondern das Futter die mögliche Leistung. Zugekauftes Futter wird sehr spezifisch zum Ausgleich von Energie- bzw. Proteinlücken verwendet und darf eine Maximalmenge nicht überschreiten (*ausgleichende Regulierung*). Züchtung auf Persistenz und Langlebigkeit. Ausbau des ökologischen Gesamtzuchtwerts zur Nutzung in biologischen und konventionellen Betrieben. Verlängerung der Nutzungsdauer von Milchkühen und Reduktion des Remontierungsbestandes (*ausgleichende Regulierung*).
- 6. Tierwohl und Tiergesundheit:** Periodische Durchführung einer Tierwohlbewertung zur Auffindung von Schwachpunkten und Verbesserungsoptionen (OFNER-SCHRÖCK et al. 2019). Ausbau von Laufstallsystemen und Förderung des Weideganges. Programme zur Reduktion von Tiermedizin und Förderung der alternativen Tiermedizin.
- 7. Wirtschaftlichkeitsbewertung:** Umsetzung einer vereinfachten Form der Erlös- und Kostenrechnung. Nicht ein einzelner Zweck oder eine Umsatzsteigerung rechtfertigen die Betriebsausgaben, sondern ihr Beitrag zum Reinerlös und zur Herstellung preiswürdiger Produkte (*Betriebsführung und Zukunftsfragen*) (FRITZ et al. 2020). *<gibt es diese Publikation? Ich fürchte nicht>*
- 8. Klimaschutzplan:** Maßnahmenplan mit obligatorischen und fakultativen Maßnahmen. Bereitstellen eines Fortbildungsangebots für einen einfachen Klimacheck, anhand dessen große Verlustquellen identifiziert werden können (*Betriebsführung und Zukunftsfragen*).
- 9. Betriebliche Nachhaltigkeit:** Vereinfachte Form der Umweltbewertung (*Betriebsführung und Zukunftsfragen*).

Das hier vorgestellte Maßnahmenkonzept wurde bereits in verschiedenen Gremien der österreichischen Landwirtschaft vorgestellt. Derzeit prüfen mehrere Arbeitsgruppen die Chancen einer Umsetzung in der Wertschöpfungskette, in der Landwirtschaft und im Förderwesen. Ein nächstes Treffen wurde für das zweite Quartal 2021 vereinbart.

Vertiefung von Punkt 5: Potenzielle Wirkung einer Fütterung auf ausgeglichene Nährstoffkonzentrationen im Gesamtfutter auf konventionelle Milchviehbetriebe

Die Notwendigkeit einer natürlich-standortgestützten Mengensteuerung der Produktion wurde schon mehrfach deutlich ausgelobt. Wir wollen nun die Frage eines limitierten Futterzukaufes in der Nutztierhaltung nach Punkt 5 genauer untersuchen. Dieser sieht vor, dass der Zukauf von Futtermitteln aller Art limitiert wird. Die zulässige Menge kann ganz grob mit nebenstehender Methode bestimmt:

Die Grundlage der Tierernährung ist der Ertrag der eigenen Flächen. Grundfutterzukaufe dienen nicht der Ausweitung der Produktion, sondern sind ausschließlich Reaktionen auf ungünstige Produktionsbedingungen (Trockenheit, Hagel, ...). Der Zukauf von Kraftfutter gleicht die unausgewogene Nährstoffversorgung über die hofeigenen Futtermittel hinaus aus. Das ist notwendig, weil nur damit a.) eine hohe Effizienz aller Futtermittel und b.) die Tiergesundheit gewährleistet werden kann. Die Notwendigkeit der Ergänzung mit zugekauften Kraftfuttermitteln muss im Rahmen einer Rationsberechnung geprüft werden. Ziel ist eine ausgewogene Energie-Protein-Bilanz im Pansen auf Basis der Grundfuttermittel. Die Leistung der Tiere muss an die sich daraus ergebende Ration angepasst werden.

Die Auswirkungen dieses Vorschlags können an 211 FarmLife-Milchviehbetrieben aus den letzten vier Jahren untersucht werden (HERNDL et al. 2016). Zuerst wollen wir anhand dieser Betriebe wesentliche Zusammenhänge der biologischen Ertragsfunktionen ableiten, um den ökonomischen Verhandlungsbedarf der Ertragsreduktion zu bestimmen. Der Betriebsdatensatz wurde derart gewählt, dass die Milchleistung der dort gehaltenen Tiere möglichst gut der aktuellen Herde in Österreich entspricht. 100 Betriebe wirtschaften in biologischer, 111 Betriebe in konventioneller Wirtschaftsweise. Wir werden beide Betriebsgruppen für die biologischen Funktionen gemeinsam untersuchen, aber für die ökonomischen Aspekte trennen. Die Betriebe überspannen in ihrer Fruchtbarkeit das gesamte nationale Profil. Nur 4 Betriebe liegen im nicht benachteiligten Gebiet. Alle anderen haben Erschwernispunkte (EP) zwischen 11 und 354 Punkten. Der kleinste Betrieb hält 3 Kühe, der größte 93. Das Grundfutter der Betriebe spannt sich in der Energiedichte von 5,0 bis 6,3 MJ Nel/kg T und in der Proteinkonzentration von 75 bis 202 g XP/kg T. Der Kraftfuttereinsatz pro Kuh und Jahr reicht von 30 kg bis über 5.000 kg. Das ergibt in Summe eine mittlere Herden-Milchleistung zwischen 2.570 und 10.650 kg ECM pro Kuh und Jahr. Die Verteilung der Daten ist in *Abbildung 4* dargestellt.

Mit diesen Daten kann zur Demonstration des Gesetzes des abnehmenden Ertragszuwachses eine Beziehung zwischen der Kraftfuttermenge pro Kuh und Jahr und der Milchleistung in kg ECM pro Kuh und Jahr hergestellt werden. Die Leistungskurve der Fütterung von Kraftfutter wirkt bis zu einer Einsatzmenge von 1.000 kg pro Kuh und Jahr sehr stark, hält sich dann im Bereich bis 2.000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr noch stabil und flacht danach stark ab. Die Streuung der Kurve in *Abbildung 5* ist so breit, weil es eine ganze Reihe von anderen beeinflussenden Faktoren gibt. Die Lage mancher Punkte ist auffällig, alle Eingangsdaten wurden aber in der Forschungsgruppe Ökoeffizienz an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein sorgsam geprüft und deshalb wurden auch keine Punkte entfernt.

Für eine ganze Reihe von Punkten gibt es gesammelte Erklärungen. Fast die Hälfte der Höhe des Streubereiches (strichlierter Pfeil) wird durch die Grundfutterqualität ausgelöst. Diese wiederum hängt bei reinen Grünlandbetrieben vom Anteil an Weide und bei Betrieben mit ackerfähigen Flächen vom Silomaisanteil ab. Es gibt hier auch eine deutliche, positive Beziehung zur Futterraufnahme. Betriebe die unter der Grenzlinie

Abbildung 4: Verteilung der Daten von 220 Milchviehbetrieben im Betriebsnetzwerk FarmLife

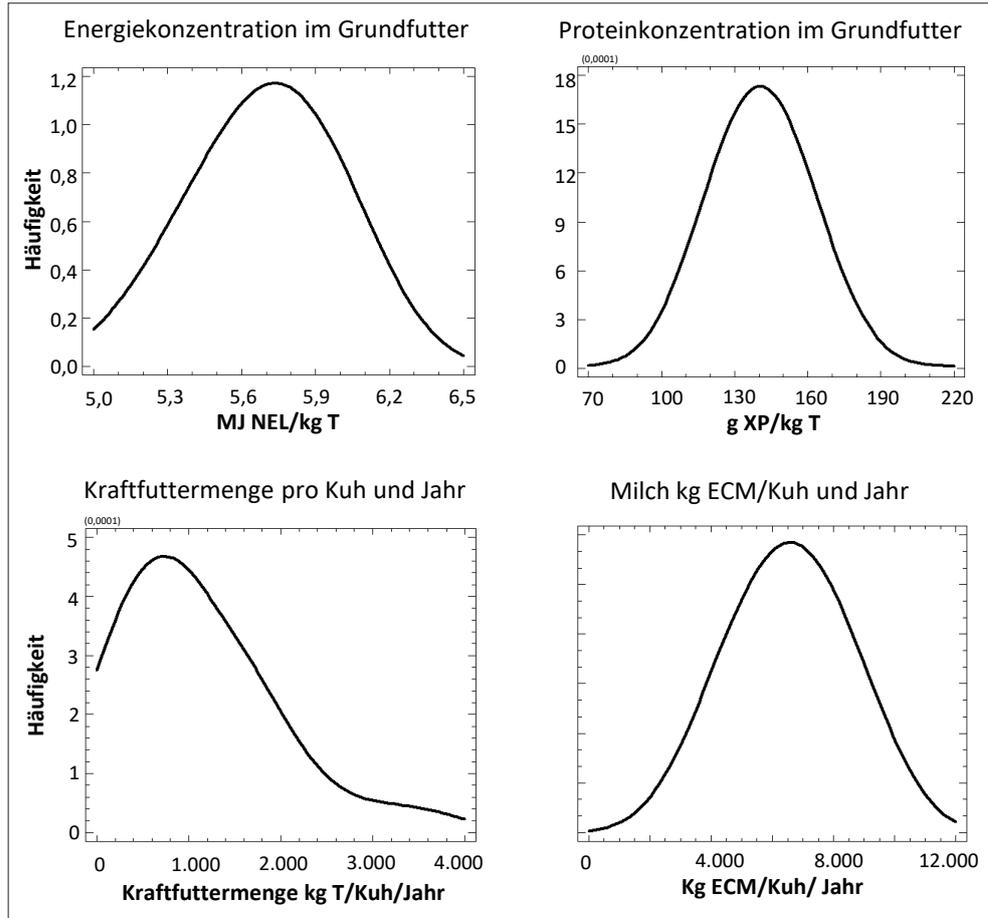
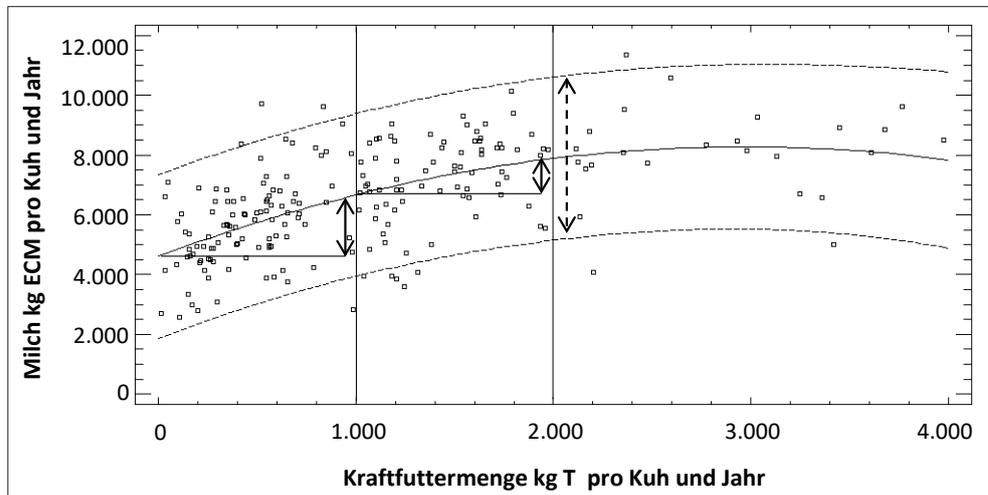


Abbildung 5: Beziehung zwischen der Milchleistung in kg ECM und der Kraftfuttermenge pro Kuh und Jahr



liegen, werden bei höheren Kraftfuttermengen sehr bald als ineffizient ausgewiesen und haben in der Regel Probleme mit der Fruchtbarkeit der Milchkühe oder waren von starker Trockenheit betroffen.

Tabelle 1 zeigt einen Zusammenhang, den viele Wissenschaftler im Bereich der Tierernährung bereits untersucht haben. Drei auf die Daten in *Abbildung 5* angewandte lineare Approximationen ergeben je drei Funktionen die im Hinblick auf die Kraftfuttermenge ein numerisches Bild des Mitscherlich-Gesetzes ergeben. Mit zunehmender Gabe von Kraftfutter bestimmt immer mehr das Gesamtsystem, ausgedrückt durch das Intercept, das Endergebnis. Der Regressionskoeffizient sinkt und verliert an Bedeutung.

Bei einer geringen Menge von im Mittel 455 kg KF pro Kuh und Jahr finden wir eine überproportionale Wirkung von 1,66 kg ECM/kg KF, bei einer Menge von 3.043 kg KF pro Kuh und Jahr eine unterdurchschnittliche Wirkung von 0,56 kg ECM/kg KF. Das Kraftfutter wird immer als Trockenmassewert angegeben. Diese, im Feldversuch festgestellten Wirkungsfaktoren reihen sich gut in die Liste bestehender Ergebnisse ein. GRUBER (2007) zeigt in seiner Übersichtsarbeit eine Reihe verschiedener Zugänge zur Erklärung unterschiedlicher Wirkungen und stellt fest, dass die Kraftfuttermenge stark von Faktoren wie der Grundfutterqualität, der aktuellen Energiebilanz, der Laktation, der Rasse, der Kraftfuttermenge, usw. beeinflusst wird. Die Ausführungen werden durch internationale Literatur ergänzt, die zum selben Schluss kommt (GRUBER 2007).

Tabelle 1: Kraftfuttermenge bei verschiedenen Mengen

| Milchleistung kg ECM/Kuh und Jahr | Intercept kg ECM/Kuh und Jahr | Regressionskoeffizient kg ECM/kg Kraftfutter | Kraftfuttermenge kg T/Kuh und Jahr |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 5.579 | 4.824 | 1,660 | 455 |
| 7.352 | 5.791 | 1,098 | 1.422 |
| 8.391 | 6.699 | 0,556 | 3.043 |

Wir dürfen betreffend Punkt 5 der Maßnahmen zur standortgerechten Landwirtschaft folgendes erwarten: Der theoretisch denkbare Wert für die Milchbildung von 1 kg Kraftfutter (T) liegt bei 1,63 kg ECM. Diesem Wert kommen wir nur unter knappen Verhältnissen nahe. Bei ausgeglichener oder positiver Energiebilanz, diese stellt sich während der Laktation dann ein, wenn das Futteraufnahmevermögen der Kuh dem Nährstoffbedarf in der mittleren Laktationsphase gerecht werden kann, sinkt die Verwertungseffizienz, weil sich die Stoffströme innerhalb der Milchkuh verschieben. Spätlaktierende Kühe erscheinen dann schon fast als ineffizient. Für die Modellierung der Ergebnisse in *Tabelle 2* beginnen wir bei den extensiveren Formen der Milchkuhhaltung mit einer Kraftfuttermenge von 1,34 kg ECM pro kg Kraftfutter (T) nach GRUBER (2007) und verschieben diesen Wert zur dynamischen Berechnung bis wir einen Wert von 1,15 erreichen (COULON und REMOND 1991).

Für die Modellierung der Wirkung einer reduzierten Fütterung von Kraftfutter nutzen wir 111 konventionelle Betriebe aus dem Betriebsnetzwerk FarmLife und ergänzen im oberen Leistungsbereich durch zwei Fallbeispiele. Die Betriebe werden gesamt (K) und in Leistungsgruppen (K1, K2, K3) dargestellt. Die Fallbeispiele bauen auf einem bestehenden Betrieb auf (M1) der für das zweite Fallbeispiel (M2) verändert wurde.

Folgende Eingangsdaten werden in die Simulation aufgenommen:

- Die Schlagnutzung am Betrieb für Grünland, Silomaisanbau und Getreide mit deren Flächen, Erträgen, Energie- und Proteingehalten.
- Die erhobene Menge an zugekauften Kraftfutter mit ihrer Energie- und Proteinkonzentration.
- Die Herdengröße an Milchkühen und die abgelieferte Milch in kg ECM pro Betrieb.

Mit den Eingangsdaten werden folgende Berechnungen durchgeführt:

- Die potenzielle Menge an zukünftig zugekauftem Kraftfutter nach Punkt 5.
- Bewertung der aktuellen Kraftfuttermenge auf der Basis der Einsatzmenge.
- Bewertung der Kraftfuttermenge auf der Basis der Einsatzmenge.
- Potenzielle Wirkung der Reduktion der Kraftfuttermenge auf die Milchleistung.
- Bewertung der Reduktion von Düngemitteln und deren Wirkung auf den Ertrag.
- Reduktion der Herdengröße in Folge der Ertragsreduktion.
- Ökonomische Bewertung der Reduktionsgrößen und Opportunitätskosten pro kg ECM.

Die einzelnen Beispiele in *Tabelle 2* stehen für eine typische Gruppe konventioneller Betriebe:

- K1: Diese extensiven, konventionellen Betriebe erreichen von ihrer Betriebs- und Herdegröße schon den Status eines Haupterwerbsbetriebes und liegen häufig in inneralpinen Gunstlagen oder in den Randlagen des Alpenvorlandes. Mit einem kleinen Anteil an Silomais und Getreideflächen steht schon eine veritable Grundfutterbasis zur Verfügung. Die gewählte Milchleistung der Tiere orientiert sich an dieser Basis. Kraftfutter wird nur in sehr geringen Mengen zugekauft. Betriebe von Typ K1 praktizieren schon jetzt Punkt 5 der standortgerechten Landwirtschaft.
- K2: Diese mittelintensiven, konventionellen Betriebe liegen in einer mit den extensiven Betrieben vergleichbaren Lage. Sie haben einen etwas höheren Anteil an Silomais und Getreideflächen. Die Entscheidung zu einer höheren Milchleistung wird von einem Kraftfutterzukauf begleitet, der nach Punkt 5 die Grenze innerhalb der standortgerechten Landwirtschaft bildet.
- K3: Diese intensiven konventionellen Betriebe sind den mittelintensiven sehr ähnlich, haben aber den Kraftfutterzukauf deutlich erhöht. Deshalb müssten sie zur Einhaltung von Punkt 5 der Regeln mit einer Reduktion der zugekauften Menge an Kraftfutter rechnen. Die Wirkung, die eine solche Veränderung hätte, wird weiter unten beschrieben.
- M1: Das Fallbeispiel zeigt einen sehr intensiven Grünlandbetrieb mit hoher Leistung die sich bevorzugt auf das Grundfutter des Betriebes abstützt. Die Kraftfuttermenge ist zwar hoch, wird aber von den Milchkühen gut in Milch umgesetzt. Auch hier wird sich im Konzept der standortgerechten Landwirtschaft die Einsatzmenge an Kraftfutter reduzieren.
- M2: Zeigt den gleichen Modelbetrieb in einer Situation in der die Milchleistung weniger über das Grundfutter, sondern mehr durch einen hohen Kraftfutterzukauf realisiert wird.

Tabelle 2: Modellierung der Wirkung einer reduzierten Kraftfutterfütterung mit Betriebsdaten aus FarmLife

| Parameter | Einheit | FarmLife, konventionelle Milchviehbetriebe, B1 Kraftfuttereinsatz kg T/Kuh und Jahr | | | | Fallstudien | |
|---|-------------------------|--|---------|-------------|--------|-------------|--------|
| | | Alle | < 1.000 | 1.000-2.000 | >2.000 | M1 | M2 |
| Code | | K | K1 | K2 | K3 | M1 | M2 |
| Eingangsdaten | | | | | | | |
| Untersuchte Betriebe | n | 111 | 22 | 66 | 23 | 1 | 1 |
| Milchkühe | n | 34 | 27 | 35 | 36 | 48 | 48 |
| Milchleistung | kg ECM pro Kuh und Jahr | 7.750 | 6.767 | 7.433 | 8.361 | 11.000 | 11.000 |
| Milchleistung | kg ECM pro ha und Jahr | 7.465 | 6.965 | 7.031 | 7.711 | 17.874 | 17.874 |
| Silomaisfläche | % der Betriebsfläche | 18 | 7 | 21 | 17 | - | - |
| Eigenes Kraftfutter | kg T pro Kuh und Jahr | 447 | 24 | 299 | 965 | - | - |
| Zugekauftes Kraftfutter | kg T pro Kuh und Jahr | 1.227 | 494 | 1.149 | 2.036 | 2.368 | 4.400 |
| Gesamtes Kraftfutter | kg T pro Kuh und Jahr | 1.674 | 518 | 1.448 | 3.001 | 2.368 | 4.400 |
| Fütterung nach ausgeglichener Nährstoffkonzentration | | | | | | | |
| Zugekauftes Kraftfutter | kg T pro Kuh und Jahr | 1.000 | 494 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Gesamtes Kraftfutter | kg T pro Kuh und Jahr | 1.447 | 518 | 1.299 | 1.965 | 1.000 | 1.000 |
| Wirkung der Umstellung auf die Produktionsdaten | | | | | | | |
| Milchkühe | n | -1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -5 |
| Milchleistung | kg ECM pro Kuh und Jahr | -392 | 0 | -322 | -837 | -1.106 | -2.757 |
| Opportunitätskosten | € pro kg ECM | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,06 |

Bei einer vorläufig angenommenen Begrenzung des maximalen Zukaufes von Kraftfutter bei 1.000 kg T pro Kuh und Jahr zeichnet sich eine Verringerung der Milchproduktion der Betriebe ab. Diese fällt umso stärker aus, je weiter die betrachtete Spalte (Beispielgruppe) vom Konzept der standortgerechten Landwirtschaft entfernt liegt. Das Ausmaß wirkt sowohl auf die Leistung pro Kuh als auch auf den Tierbestand. Betriebe der Gruppe K1 bleiben bei ihrer Bewirtschaftung, weshalb keine Veränderung eintritt, K2 benötigt eine kleinere Korrektur, K3 eine etwas Größere.

Bemerkenswert ist allerdings, dass die Opportunitätskosten für die Umstellung der Betriebe gemäß dem Konzept der standortgerechten Landwirtschaft bei all diesen Varianten immer unter 3 Cent pro kg ECM liegt. Dies gilt auch für die grundfutterbasierte Variante des intensiven Grünlandbetriebes. Einzig M2 weicht wegen der sehr hohen Nährstoffzufuhr deutlich ab und würde bereits 6 Cent pro kg ECM zusätzlich benötigen um die Reduktion auszugleichen. Damit ist klar, dass der Vorschlag einer standortgerechten Landwirtschaft bei Milchviehbetrieben immer dann ökonomisch gut umgesetzt werden kann, wenn sich der Betrieb noch nicht zu weit von den natürlichen Möglichkeiten des Standortes entfernt hat. Das gilt für viele Betriebe in Österreich (GUGGENBERGER et al. 2012). An dieser Stelle ist außerdem noch nicht gesagt, ob die Produktionsreduktion nicht durch eine höhere Wertschöpfung auf den Märkten ausgeglichen oder sogar überkompensiert werden könnte. Mit der hohen Variabilität der Betriebsstandorte zwischen reinem Grünland und anteiligem Ackerland bleiben jedenfalls auch die Möglichkeiten der Zuchtverbände intakt. Bei einer entsprechenden Eigenversorgung mit Getreide und Eiweißfrüchten wird auch die Zucht auf höhere Leistungen nicht verhindert, für die grünlandgebundenen Betriebe rückt aber ganz sicher die Effizienz in der Grundfutterverwertung, die Persistenz und die Langlebigkeit der Tiere in den Vordergrund. Diese Aspekte sind auch nicht neu, sondern finden sich in den Zuchtzielen jeder Rasse.

Wer sich wundert, dass die ökonomischen Einbußen – sogar ohne eine Kompensation auf den Märkten – sehr niedrig ausfallen, dem sei noch einmal der funktionelle Zusammenhang in der Grenzertragskurve in Erinnerung gerufen. Geringe Kraftfuttermengen als Ergänzung zu Wiesenfutter wirken nahezu katalytisch. Mit steigender Menge verdrängen sie aber zunehmend Grundfutter, schwächen die Kompetenz jenes Anteils der Pansenflora die sich auf die strukturierten Kohlenhydrate spezialisiert hat und erhöhen die Passage-rate des Futters (EL-SHAZLY et al. 1961, MERTENS und LOFTEN 1980, GAPPMAIER et al. 2021). Kühe, die hohe Mengen an Nährstoffe sowohl in maximaler Geschwindigkeit extrahieren als auch daraus Milch bilden sind nicht der Normalfall. Viel eher sinkt die Ausnutzung der Nährstofffracht und nur eine mäßige Leistungssteigerung wird erreicht. Diese ernährungsphysiologischen Zusammenhänge werden ökonomisch noch dadurch verstärkt, dass das eingesetzte Futter mit steigender Milchleistung einen immer höheren Proteinanteil braucht und sich damit immer mehr dem stagnierenden Milchpreis annähert. Hochleistung wird damit aus der Sicht der Milchleistung zu einem Geschäft mit 1/10ct-Effekten. Geld verdienen hier nur mehr Betriebe die den Züchterfolg auch über ihre Nachkommen verkaufen können.

Die standortgerechte Landwirtschaft und ihre Effekte

Die standortgerechte Landwirtschaft muss, wie allen anderen Verfahren die keine substituierbaren, sondern unverwechselbare Produkte erzeugen, eine Verhandlung über Kosten und Nutzen führen. In *Tabelle 3* wird diese Verhandlung angedeutet, indem die positiven Beiträge in verschiedenen Bereichen den ökonomischen Folgewirkungen oder Verhandlungserwartungen gegenübergestellt werden. Die positiven Beiträge betreffen einmal die Reduktion verschiedener Umweltwirkungen (GUGGENBERGER et al. 2020b) wie sie den Managementbereichen zugeordnet werden können oder sie steigern die Qualität von Boden, Biodiversität oder Tierwohl. Die ökonomischen Folgewirkungen betreffen einmal die internen Wirkungen innerhalb des Produktionssystems und sprechen dann noch die Marktwirtschaft und die Politik hinsichtlich der Gestaltung von Marktpreisen und Fördersystemen an.

Tabelle 3: Beiträge zur positiven Entwicklung der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit

| Maßnahme | Primäres Ziel | Beiträge zur Gestaltung der Bereiche | | | | | | Wirtschaftlichkeit | | |
|---|-----------------------|--------------------------------------|------------|-------------|---------------|----------------|----------|--------------------|-----------------|-------------------|
| | | Ressourcen | Nährstoffe | Schadstoffe | Bodenqualität | Bio-diversität | Tierwohl | Landwirtschaft | Marktwirtschaft | Transferzahlungen |
| 1. Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit | | | | | | | | | | |
| Bodenfruchtbarkeit | Ertragsstabilisierung | + | + | | ++ | + | | | | L+ |
| Humusaufbau | Ertragsstabilisierung | + | ++ | | ++ | | | | | L+ |
| Erosionsschutz | Ertragsstabilisierung | + | ++ | | + | | | | | L+ |
| 2. Saatgut, Fruchtfolgen und Biodiversität | | | | | | | | | | |
| Steigerung der Fruchtfolgeglieder | Resilienz | + | + | | + | | | | | L+ |
| Steigerung Eiweißpflanzen | Ertragsstabilisierung | ++ | ++ | | | | | | | L+ |
| Umsetzung Biodiversitätsmaßnahmen | Resilienz | | | | | ++ | | | | L+ |
| 3. Düngung und Pflanzenschutz | | | | | | | | | | |
| Düngung auf niedriges Ertragsniveau | Regulierung | + | ++ | + | | + | | | | -- |
| Integrierter Pflanzenschutz | Regulierung | | | ++ | + | | ++ | | | - |
| Düngemanagement | Ertragsstabilisierung | + | ++ | | | | | | | L+ |
| 4. Futtermittel | | | | | | | | | | |
| Verbotsliste | Regulierung | ++ | + | | ++ | | | | | - |
| 5. Züchtung und Fütterung von Nutztieren | | | | | | | | | | |
| Begrenzung des Futterzukaufes | Regulierung | + | ++ | + | | + | | | | -- |
| Züchtung auf Langlebigkeit | Ertragsstabilisierung | | | | | | | | | L+ |
| 6. Tierwohl und Tiergesundheit | | | | | | | | | | |
| Förderung von Laufstallhaltung und Weide | Ertragsstabilisierung | | | | | | | | | ++ |
| Tierwohlbewertung | Ertragsstabilisierung | | | | | | | | | ++ |
| Förderung alternativer Tiermedizin | Ertragsstabilisierung | | | | | | | | | ++ |
| 7. Wirtschaftlichkeitsbewertung | | | | | | | | | | |
| Betriebsführung | Betriebsführung | | | | | | | | | + |
| 8. Klimaschutzplan | | | | | | | | | | |
| Zukunftsfragen | Zukunftsfragen | + | | | | | | | | + |
| 9. Betriebliche Nachhaltigkeit | | | | | | | | | | |
| Steuerung | Steuerung | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

++ maßgeblicher, direkter und positiver Beitrag zum Themenbereich, + positiver Zusatzeffekt, L+ langfristiger positiver Beitrag

-- maßgeblicher, direkter, negativer Beitrag zum Themenbereich, - negativer, noch nicht bestimmbarer Zusatzeffekt

WB wertschätzender, maßgeblicher ökonomischer Beitrag, wb anteiliger ökonomischer Beitrag

GAP maßgeblicher Beitrag durch Förderungsmaßnahmen, gap anteiliger Beitrag durch Förderungsmaßnahmen

Tabelle 3 aggregiert folgende Beschreibung der Wirkung einer standortgerechten Bewirtschaftung in vertikaler Richtung:

1. Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit:

- Beiträge: Positiver Beitrag im Bereich der Treibhausgase (THG), der Eutrophierung von Nährstoffen und der Sicherung der Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Böden. Förderung der Biodiversität im Boden.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Mittel
- Wirtschaftlichkeit: Die positiven Effekte decken die Kosten innerhalb der Landwirtschaft.

2. Saatgut, Fruchtfolgen und Biodiversität:

- Beiträge: Steigerung der Resilienz in Hinblick auf die Klimaerwärmung, positive Wirkung auf Punkt 1, deutliche Steigerung der Autarkie im Bereich der Eiweißpflanzen und damit deutliche Reduktion der globalen Last an Landnutzung/Landnutzungsänderungen, maßgeblicher Beitrag zur Biodiversität.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Die positiven Effekte decken die Kosten innerhalb der Landwirtschaft anteilig. Die Umsetzung der Eiweißstrategie Österreich muss anteilig von Transferzahlungen begleitet werden.

3. Düngung und Pflanzenschutz:

- Beiträge: Maßgeblicher positiver Effekt zur Eutrophierung von Nährstoffen und zur Belastung der Umwelt mit toxischen Stoffen. Maßgeblich positiver Effekt zur Biodiversität. Zusätzliche positive Wirkungen im Bereich der THG und zu Punkt 1.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Direkte, maßgebliche Wirkung auf den betrieblichen Output und damit direkte Wirkung auf die Handelsströme. Maßgeblicher direkter Beitrag durch die Abnehmer notwendig. Zugang zu bestehenden Konzepten der Transferzahlungen notwendig.

4. Futtermittel:

- Beiträge: Maßgeblicher, positiver Beitrag zur Reduktion aller Art von indirekten Emissionen und Reduktion anderer Arten von nicht nachhaltigen Produktionssystemen. Besondere Wirkung auf die Reduktion des nationalen Anteils an der globalen Last an Landnutzung/Landnutzungsänderungen und der Verwendung toxischer Stoffe.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Direkte, maßgebliche Wirkung auf den betrieblichen Output und damit direkte Wirkung auf die Handelsströme. Maßgeblicher direkter Beitrag durch die Marktwirtschaft notwendig.

5. Züchtung und Fütterung von Nutztieren:

- Beiträge: Maßgeblicher, positiver Beitrag zur Eutrophierung und deutlich positiver Beitrag zu allen anderen Umweltwirkungen des landwirtschaftlichen Betriebes. Steigerung des Tierwohls.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Indirekte positive Wirkung auf die Mengenströme zwischen den genossenschaftlichen Vermarktungsunternehmen und direkte, maßgebliche Wirkung auf den betrieblichen Output und damit direkte Wirkung auf die Handelsströme. Maßgeblicher direkter Beitrag durch die Marktwirtschaft notwendig.

6. Tierwohl und Tiergesundheit:

- Beiträge: Maßgebliche positive Beiträge zum Tierwohl.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Sehr Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Maßgeblicher direkter Beitrag durch die Marktwirtschaft notwendig.

7. Wirtschaftlichkeitsbewertung:

- Beiträge: Maßgebliche positive Beiträge zur Wirtschaftlichkeit des einzelnen Betriebes. Straffe, situationsbezogene Betriebsführung sichert den ökonomischen Vorteil des Produktionsverfahrens.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Keiner, mittelfristig aber im Wettbewerb alternativlos.
- Wirtschaftlichkeit: Der zeitliche Aufwand wird durch den möglichen Effekt um ein Vielfaches abgedeckt.

8. Klimaschutzplan:

- Beiträge: Maßgebliche positive Beiträge zur Reduktion von THG in der Landwirtschaft.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Sehr Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Der Aufwand der Erstellung muss organisiert und von Transferzahlungen begleitet werden. Hohe Wertschätzung durch Konsumenten/Märkte derzeit zu erwarten.

9. Betriebliche Nachhaltigkeit:

- Beiträge: Maßgeblicher positiver Beitrag zu allen Wirkungen und zugleich Steuerungs- und Dokumentationswerkzeug der standortgerechten Landwirtschaft.
- Differenzierungspotenzial zu Weltmarkt: Sehr Hoch
- Wirtschaftlichkeit: Im Rahmen der Wirkungen der Einzelmaßnahmen abgedeckt.

Dieselbe *Tabelle 3* beschreibt in horizontaler Richtung die folgenden Wirkungen:

Ressourcenmanagement: Positive Beiträge zur Frage der THG-Emissionen der Landwirtschaft durch die Drosselung der Produktionsmenge. Der reduzierte Betriebsmitteleinsatz senkt die direkten Emissionen am Betrieb (CH_4 , N_2O) aber auch die indirekten Emissionen in der Vorleistungskette (insb. CO_2 aus Energieträgern). Anders als in der biologischen Landwirtschaft trägt die Nutzung von regulierten Mengen an Handelsdünger und Pflanzenschutzmitteln (PSM) zur Ertragsstabilisierung bei. Diese Maßnahme führt zu einer Annäherung des THG-Fußabdrucks pro Nahrungseinheit und pro Flächeneinheit auf einem insgesamt niedrigeren Emissionsniveau. Der reduzierte Einsatz von mineralischem P-Dünger schont die endlichen Ressourcen und eine zunehmende Entkoppelung von der fossilen Energie dient sowohl der Autarkie als auch der THG-Reduktion. Die Landnutzung bleibt auf einem produktiven Niveau und sichert die Nahrungsversorgung der Bevölkerung.

Nährstoffmanagement: Die Reduktion von Handelsdüngern und Zukauffutter führt zu geschlossenen Nährstoffkreisläufen. Das schützt die Umwelt vor Eutrophierung. Mechanische und pflanzenbauliche Maßnahmen schützen den Boden vor Erosion und verhindern so einen P-Eintrag in Gewässer.

Schadstoffmanagement: Die Reduktion von Pflanzenschutz senkt die verschiedenen negativen Wirkungen auf den Boden, Wasser und den Menschen. Geringere Mengen an mineralischen Düngern senken das Risiko eines Schwermetalleintrages.

Bodenqualität: Die direkten Maßnahmen aus Punkt 1 werden durch pflanzenbauliche Maßnahmen und den integrierten Pflanzenschutz verstärkt.

Biodiversität: Geschlossene Nährstoffkreisläufe und ein gesunder Boden sind nicht nur Grundlage für eine ertragsstabile Landwirtschaft, sondern auch die Basis für eine hohe Artenvielfalt. Die speziellen Maßnahmen der verpflichtenden Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen und der integrierte Pflanzenschutz sind ein proaktiver Beitrag für eine vielfältige Umwelt.

Tierwohl: Das reduzierte Leistungsziel der Nutztiere und das Zuchtziel auf Langlebigkeit steigern das Tierwohl. Eine gezielte Tierwohlbewertung und die anschließende Be-

trieboptimierung verbessern die Haltungsbedingungen. Eine adäquate, auch alternative Tiermedizin schützt den Menschen.

Ökonomische Wirkungen der Landwirtschaft: Die verschiedenen Regulierungsmaßnahmen senken bei gegenwärtigen Produkterlösen die direktkostenfreie Leistungen der landwirtschaftlichen Betriebe (siehe *Tabelle 2*). Die ertragsstabilisierenden Maßnahmen arbeiten diesem Rückgang in einem mittel- bis langfristigen Beobachtungszeitraum entgegen. Einige Maßnahmen wirken sich aber auch direkt aus. Dazu gehören verbesserte Entscheidungen in der wirtschaftlichen Betriebsführung und alle Maßnahmen die Fruchtbarkeits- oder Gesundheitsprobleme betreffen.

Ökonomische Wirkungen entlang der Absatzwege: Die Grundvoraussetzung für eine günstige ökonomische Entwicklung im Konzept der standortgerechten Landwirtschaft ist ein Übereinkommen zwischen der Landwirtschaft und den Verteilermärkten im Hinblick auf die Verwirklichung gesellschaftlicher Ziele. Ökologische Ziele stehen hier in Konkurrenz zu den ökonomischen Möglichkeiten der Konsumenten. Selbst wenn Marktpartner Aktionsprogramme nur in Ausnahmefällen ausloben, müssen die Produkte der standortgerechten Landwirtschaft leistungsfähig bleiben und sollten sich noch deutlich von der biologischen Landwirtschaft unterscheiden. Der (noch subjektiv-virtuelle) Vergleich aller Nachhaltigkeitsbeiträge der konventionellen, standortgerechten Landwirtschaft mit der gegenwärtigen biologischen Landwirtschaft rechtfertigt den Wunsch nach einem Preiszuschlag in der Höhe der halben Differenz, die wir derzeit zwischen der biologischen und der konventionellen Landwirtschaft feststellen. Abweichungen von dieser Bewertung können sich aber durch die Handelsmengen ergeben. Aktuell würde das z.B. für die Milchwirtschaft einen allgemeinen Zuschlag von 4-5 €ct (3 €ct nach Punkt 5, 2 €ct für Punkt 3,4 und 6) zum Erzeugermilchpreis bedeuten (4 % Fett, 3,4 % Eiweiß, netto). Jedenfalls muss dieser Zuschlag die Wirkung der regulierenden Maßnahmen maßgeblich kompensieren. Das erscheint fair, kann doch die Marktwirtschaft die Summe der Verbesserungen im Nachhaltigkeitsbereich weiter vermarkten bzw. in Margen verwerten und hat hier einige Chancen.

Ökonomische Wirkungen von gesellschaftlichen Transferzahlungen: Das gesamte Konzept der standortgerechten Landwirtschaft hat eine große gemeinsame Schnittmenge mit den Zielen der gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) und unterstützt ebenso zentrale Ziele der österreichischen Agrarpolitik. Das gleiche gilt auch für die Zukunftsziele der bäuerlichen Vertretungen. In Gesprächen mit Akteuren auf Bundes- und Länderebene wurde klar, dass die Gestaltung des Konzeptes einer standortgerechten Landwirtschaft in marktwirtschaftlichen Fragen mit den Konsumenten zu führen sind. Das bedeutet die Entwicklung einer breiten Bewegung in die alle Handelspartner entlang der Absatzkette eng eingebunden sein müssen. Decken sich die fachlichen Ziele des Konzeptes aber mit bestehenden Maßnahmen im Konzept der landwirtschaftlichen Förderungen, dann steht einer Teilnahme nichts im Wege. Viele Aspekte die sich aus einer Bedarfsanalyse im Rahmen des GAP-Strategieplans ergeben haben, werden auch von der standortangepassten Landwirtschaft unterstützt. Wie sich das genau in ökonomischen Transferzahlungen abbildet ist noch unbekannt. Sicher scheint allerdings schon eine allgemeine Verschiebung von Geldern aus der Säule 1 in die Säule 2. Für die konventionellen Betriebe in der standortgerechten Landwirtschaft ist hier nur eines wichtig: Die Zustimmung zu einem hochwertigen Produktionsverfahren muss sich adäquat in der Summe der Transferzahlungen abbilden.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Die konventionelle Landwirtschaft kommt trotz ihrer Wachstumstendenz aus der Sicht des Familieneinkommens kaum vorwärts, weil einfaches Wachstum keine wirksamen Effekt auf die Produktionsfunktion η_p hat und damit auch keine entscheidenden Verbesserungen in der Betriebsführung η_M erreicht werden kann. Die Gesamtperformance

bleibt bei steigender Arbeitsbelastung also solange unterdurchschnittlich, bis entweder ein maßgeblicher Schritt in der Effizienz des Produktionssystems oder eine Innovation die Betriebsführung umgesetzt wird.

Mit dem Konzept der standortgerechten Landwirtschaft wird in diesem Beitrag eine maßnahmenbezogene Landwirtschaft beschrieben, die sich ganz grob zwischen der aktuellen Form der konventionellen und der biologischen Landwirtschaft positioniert, und die inhaltlich von den Erfahrungen der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA und von den Regeln von IP-SUISSE (IP-SUISSE 2020) inspiriert wurde. Die wertschätzungsorientierte Gestaltung der Maßnahmen wurde von verschiedenen Formen von Produzenten-Konsumenten-Bindungen abgeleitet. Das beobachtete Spektrum reicht dabei von einer sehr engen Bindung in der solidarischen Landwirtschaft hin zum wachsenden Großbetrieb der gänzlich ohne direkte Kundenbindung lebt. Besonders viel kann man aber von den bestehenden erfolgreichen Vermarktungsgemeinschaften lernen. Eine zentrale Erkenntnis betrifft die Mengensteuerung von Produkten über die Produktionsregeln solcher Gemeinschaften und die Hoffnungslosigkeit, die sich im Fall einer hohen Überproduktion von leicht substituierbaren Produkten ergibt. Am Beispiel der konventionellen Milch zeigt sich, dass dies zu einer laufenden realen Abwertung des Familieneinkommens führt. Diese drei wesentlichen Treiber stützen die unerfreuliche Entwicklung entlang der gesamten Wertschöpfungskette:

- Verteilermärkte führen den günstigsten Preis als zentrales Argument für die Vermarktung hoher Produktmengen an und nutzen Aktionen für den Verdrängungswettbewerb in der Branche.
- Bäuerliche Genossenschaften folgen der klassischen industriellen Methode der Stückkostendegression durch hohe Produktionsmengen ohne Beachtung naturwissenschaftlicher Ertragsgesetze.
- Der bäuerliche Betrieb kann sich in der großen Gruppe der Kleinproduzenten nicht wahrnehmen und handelt deshalb immer individuell und selten solidarisch.

Letztlich ergibt sich ein starker Verdrängungswettbewerb dem am Ende fast jeder zum Opfer fällt, vor allem aber die Summe der möglichen Wertschöpfung der heimischen Landwirtschaft.

Das Konzept der standortgerechten Landwirtschaft versucht das Mengenproblem durch eine Bindung der Produktion an die natürlichen Möglichkeiten der betrieblichen Standorte zu lösen. Dafür werden ertragssteigernde Betriebsmittel limitiert und natürliche, begleitende Maßnahmen vorgeschlagen. Ziel des Produktionsverfahrens ist zum einen in der Produktionsfunktion eine natürliche Effizienzsteigerung auf der Basis der Möglichkeiten des eigenen Standortes zu erreichen und zum anderen in der Betriebsführung mit einem höheren Produktpreis entscheidend weiterzukommen. Während die naturnahe Effizienzsteigerung durch die Effekte des abnehmenden Ertragszuwachses bestimmt wird, entsteht ein höherer Produktpreis vor allem durch Wertschätzung beim Konsumenten. So kann der Ertragsrückgang, dieser kann speziell bei Betrieben mit sehr intensivem Betriebsmittelzukauf auch deutlich ausfallen, auf natürlichem und gesellschaftlichen Weg so abgefedert werden, dass damit sogar ein Zugewinn im Haushaltseinkommen möglich wird. Vermutlich benötigt die standortgerechte Landwirtschaft eine ökonomische Positionierung die in der Mittel zwischen der biologischen und der derzeitigen konventionellen Landwirtschaft liegt.

Das Konzept der standortgerechten Landwirtschaft schlägt in 9 Punkten verschiedene Maßnahmen zu folgenden Aspekten vor: Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit, Saatgut, Fruchtfolgen und Biodiversität, Düngung und Pflanzenschutz, Futtermittel, Züchtung und Fütterung von Nutztieren, Tierwohl und Tiergesundheit, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Klimaschutzplan und betriebliche Nachhaltigkeit.

Die Wirkung der Regulierung im Einsatz von zugekauftem Kraftfutter wird am Beispiel der Milchwirtschaft mit verschiedenen Fallbeispielen demonstriert. Hier zeigt sich, dass die Regel bei der Großzahl an Betrieben zu akzeptablen Opportunitätskosten führen

wird. Insgesamt überwiegen ganz sicher – wenn von der Marktwirtschaft und den gesellschaftlichen Transferzahlungen unterstützt – die positiven Effekte, die sich aus der standortgerechten Landwirtschaft ergeben. Wenn der Handel dem Konsumenten ein tatsächliches Best-Preis-Angebot bieten kann, das bei vertretbaren Kosten eine akzeptable Performance in der Umwelt- und Produktqualität bietet, dann wird dem Kunden das Billigst-Aktionsprogramm nicht abgehen. Dafür dürfen wir den Handel aber nicht weiter mit beliebig austauschbaren Produkten zuschütten.

Jeder, der wie die Autorengruppe, die standortgerechte Landwirtschaft als Lichtblick für eine positive Entwicklung der konventionellen Landwirtschaft sieht, ist eingeladen das Konzept nach seinen Möglichkeiten voranzubringen. Realisieren können wir diesen GROSSEN Gedanken nur gemeinsam als Bewegung!

Literatur

AGRARMARKT AUSTRIA, 2020: Datenservice der AMA, Filter Milch, AT. Wien. Gentechnikgesetz 1994 In: idF besucht am 20.03.2021.

BIO AUSTRIA, 2020: Ausbildung zum Bodenpraktiker, Vol. 2020.

BMNT, 2019: Grüner Bericht 2019. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 299 S.

COULON, J.B. und B. REMOND, 1991: Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. *Livest. Prod. Sci.* 29, 31-47.

EL-SHAZLY, K., B. DEHORITY und R. JOHNSON, 1961: Effect of starch on the digestion of cellulose *in vitro* and *in vivo* by rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.* 20, 268-273.

FRITZ, C., E. FINOTTI, M. HERNDL und T. GUGGENBERGER, 2020: Methodik der Leistungs-Kosten-Rechnung im Zuge der Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 30 S.

GAPPMAYER, S., G. TERLER, A. SCHAUER und L. GRUBER, 2021: Kot-Beurteilung von Rindern – Was kann ich aus dem Kot herauslesen? 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 71-80.

GRUBER, L., 2007: Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 35-51.

GUGGENBERGER, T., O. HOFER, W. FAHRNER, B. SUCHER, G. WIEDNER und R. BADER, 2012: Fachatlas Landwirtschaft – Entwicklung landwirtschaftlicher Geodaten im Geographical Grid System Austria – Forschungsbericht. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 331 S.

GUGGENBERGER, T., C. FRITZ, E. FINOTTI, M. HERNDL, E. OFNER-SCHRÖCK, G. TERLER und A. STEINWIDDER, 2020a: Grundzüge einer standortgerechten Landwirtschaft. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Forschungsgruppe Ökoeffizienz, 63 S.

GUGGENBERGER, T., M. HERNDL, G. TERLER, C. FRITZ, F. GRASSAUER, I. ZAMBERGER und M. KANDOLF, 2020b: Gesamtheitliche Ökoeffizienz von Milchviehbetrieben. 47. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 63-79.

HERNDL, M., D.U. BAUMGARTNER, T. GUGGENBERGER, M. BYSTRICKY, G. GAILLARD, J. LANSCHKE, C. FASCHING, A. STEINWIDDER und T. NEMECEK, 2016: Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 93 S.

- HOLZBAUR, U., 2007: Entwicklungsmanagement. Springer, Berlin.
- IP-SUISSE, 2020: IP-Suisse, Vol. 2020.
- LEITOW, D., 2005: Produktherkunft und Preis als Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung. Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät.
- MERTENS, D.R. und J.R. LOFTEN, 1980: The Effect of Starch on Forage Fiber Digestion Kinetics *in vitro*. J. Dairy Sci. 63, 1437-1446.
- MANKIW, N.G., 2001: Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- MITSCHERLICH, A.E., 1909: Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landwirtschaftliche Jahrbücher 38, 537-552.
- ÖAIP, 2020: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz.
- OFNER-SCHRÖCK, E., T. GUGGENBERGER und A. STEINWIDDER, 2019: Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Berggebiet. Bautagung Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 15-17.
- WEBER, M. und J. WINCKELMANN, 1922: Max Weber: Wirtschaft und Gesellschaft. Mohr, Tübingen.
- WILD, S., 2012: Sich die Ernte teilen ... Einführung in die Solidarische Landwirtschaft Joy Edition Buchverlag.

Die Wege der österreichischen Kälber

Stefan Lindner^{1*}

RINDERZUCHT AUSTRIA

Der Weg der österreichischen Kälber
Stefan Lindner

ZAR – Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter / Federation of Austrian Cattle Breeders
1200 Wien / Dresdner Straße 89/B1/18. Tel. +43/1/334 17 21-11 | info@zar.at | www.rinderzucht-austria.at

Positives Image der Rinderwirtschaft

Februar 2020

- Reportagen über qualvolle Transporte und Schächtung österreichischer Rinder im Libanon
- Sehr große Reichweite – politisches Thema

Was steckt hinter diesen Vorwürfen?

- Wie viele Kälber werden tatsächlich exportiert?
- Warum werden die Kälber nicht in Österreich gemästet?
- Wie laufen die Transporte ab?
 - Sind die Transporte immer mit Tierleid verbunden?
- Wie werden die Tiere an den Zielorten gehalten?
- Welche Strategien zur Reduktion der Anzahl der Exportkälber gibt es?
- Was sind die Ziele für die Zukunft?

Woher stammen die Kälber?

DER WEG DER KÄLBER VON ÖSTERREICHISCHEN MILCHKÜHEN
ÖSTERREICHISCHE MILCHKÜH
IM MEHRER IN LEIBFÜR HERKUNFT UND KÄLBER ZUR WELT

WEIBLICH KALB
BLIEBT IN ÖSTERREICH
MILCHKÜH

WEIBLICH KALB
BLIEBT ZUNÄCHST IN ÖSTERREICH
ZUCHTKALBEIN

MÄNNLICH KALB
BLIEBT IN ÖSTERREICH
MASTKALB/-STIER

MÄNNLICH KALB
GEHT INS AUSLAND
MASTKALB/-STIER

Information: © Landwirtsch. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht
Quelle: ZAR, Landwirtsch. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht

Kalbfleisch

- Kalbfleisch gilt in Österreich als Nischenprodukt
 - Fleisch mit weißer Farbe ist begehrt
 - Farbe gilt als Qualitätskriterium und ist preisentscheidend
- Wirtschaftliche Produktion von Kalbfleisch ist schwierig
 - Enge Margen
 - Schwankende Preise
 - Betriebsstrukturen und Haltungsbedingungen in Österreich erschweren die Situation weiter
 - Tierschutz
 - Qualitätsnormen

¹ ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter), Dresdner Straße 89/B1/18, A-1200 Wien

* Ansprechpartner: Stefan Lindner, email: obmann@rinderzucht-austria.at

Kälberhaltung in Österreich

- **Strenge Tierschutzvorgaben und Qualitätsnormen**
 - Weiche und verformbare Liegefläche muss vorhanden sein



- Ab der 2. Lebenswoche muss Raufutter angeboten werden
- Großteils Palmölverbot in Milchaustauschern

➔ Schwierigkeiten bei der Fleischfarbe, höhere Kosten

Kälberhaltung in anderen EU-Ländern

- **Haltung auf großen Betrieben**
 - Integrierte Unternehmen, die gesamtes Geschäft innehaben
 - Genaues Fütterungsmanagement
 - Strikte Gesundheitsprogramme



Kalbfleischproduktion in Österreich

- Seit EU-Beitritt ist Zahl der Kälberschlachtungen in Österreich stark rückläufig
 - Kalbfleisch wird aus anderen EU Ländern importiert
 - Kälber werden exportiert



Wie laufen Kälbertransporte ab?

- Ausgangspunkt meist Bergheim, Rindersortierstall der EZG



Wie laufen Kälbertransporte ab?

- Die EU Verordnung 1/2005 über den Schutz der Tiere beim Transport regelt die Abläufe
 - EU-uneinheitlich interpretiert und sanktioniert
- **Kritikpunkte**
 - Das Alter
 - Die Transportdauer
 - Versorgung auf der Strecke



Wie laufen Langstreckentransporte ab?

- Kälber dürfen ab einem Alter von 14 d transportiert werden
 - Auswertungen der EZG Salzburg zeigen, dass nur ca. 27 % der Exportkälber 2 bis 3 Wochen alt sind, der Rest ist älter



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Versorgung vor dem Transport



- Jedes Kalb wird vor dem Transport mit ca. 3 L MAT versorgt

2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Ausstattung und Vorbereitung der LKW



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Verladen frühestens 6 h nach Ankunft an der Sammelstelle



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Transportdauer
 - Nach max. 9 h Fahrtzeit muss eine mindestens 1 stündige Pause gemacht werden, in der die Kälber getränkt und ggf. gefüttert werden müssen. Danach darf der Transport für 9 weitere Stunden fortgesetzt werden.
 - Ist der Zielort dann noch nicht erreicht, müssen die Kälber abgeladen und eine 24 stündige Pause erhalten, in der sie getränkt und gefüttert werden.

2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Versorgung auf der Strecke mit Elektrolyttränke



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- EU-uneinheitliche Interpretation des Begriffes Beförderung
- Kommission klärte: Beförderung inkludiert auch Verladen
 - Änderung der Abläufe bei den Transporten nach Spanien
 - Transporte führen nun über Bozen



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Versorgung bei der Ankunft



2021 **Wie laufen Langstreckentransporte ab?**

- Versorgung bei der Ankunft



2021 **Wie werden die Tiere in den Zielländern gehalten?**

- Mast und Schlachtung in Spanien



- Weiterverkauf nach Nordafrika möglich

➔ Forderung nach EU-weiten Verbot von Schlachtiertransporten in Drittstaaten

2021 **Strategien zur Reduktion der Kälbertransporte**

- Maßnahmen, um die Kälbermast in Österreich attraktiver zu machen
 - Projekt der Länder Salzburg und Tirol
 - Projekt Kalb Rosé der ARGE Rind
 - Tierwohlpakt des Bundes
- Forderung nach der Herkunftskennzeichnung

2021 **Förderung der Kälberschlachtung**

- Länder Salzburg und Tirol und die LK unterstützen die Schlachtung von Kälbern, die in den Export gehen würden, mit je 50 €
 - Geschlachtet werden 95 – 120 kg schwere Kälber, max. 12 Wo. alt
 - 50 – 80 kg Schlachtgewicht
 - Kälber müssen zur Schlachtung angemeldet werden
 - Einnahmen pro Kalb: 250 – 320 €, plus Förderung



2021 **Warum müssen Kälber so jung sei?**

- Pilotprojekt „Vollmilchkälbermast zur Kalbfleischproduktion in Salzburg“
- Voraussetzung: Schlachtgewicht von mindestens 80 kg
- 140 Kälber wurden geschlachtet
 - Durchschnittliches Alter lag bei 106 Tagen
 - Durchschnittliches Lebendgewicht bei 165 kg
- 44 % der Kälber hatten zu dunkles Fleisch für die Verwendung der Edelteile im Handel

 2021 **Kalb-Rosé Produktion – Projekt der ARGE Rind**

- Mast männl. Milchrasse-Kälber bis zum Alter von 8 Mo.
 - Schlachtreife etwa mit 350 kg Lebendgewicht
 - Fleisch hat hellere Farbe als das älterer Rinder, aber dunklere als das Fleisch von Milchkälbern – ist immer zart, leicht zuzubereiten
- Fütterung
 - Begrenzter Einsatz von Milchaustauscher (30 kg)
 - Maissilage
 - Rindermastfutter



 2021 **Tierwohlpakt der Bundesregierung**

- Kälbertransporte durch Kalbfleischstrategie reduzieren
 - Aufnahme der Qualitätsstandards „Vollmilchkalb“ und „Kalb rosé“ ins AMA-Gütesiegel, darauf aufbauend Absatzförderung und Vermarktungsstrategien
 - Ausweitung der bestehenden Förderung für die Erzeugung von Qualitätsrindfleisch (Q-plus Rind) auf die Kälbermast.
 - DE-minimis Förderung ab 2021
 - Im Rahmen des GAP-Strategieplanes ist ab 2023 Aufnahme weibliche Kälber ins Q-plus Programm geplant
- Förderung des Tierwohls bei der Stallhaltung

 2021 **Zusammenfassung**

- Gute Projekte, die die Zahl der Kälber, die in Österreich gemästet werden können, erhöhen sollen
- Die Herkunftskennzeichnung ist die Basis dafür, dass
 - der Absatz der erzeugten Produkte gesichert ist
 - Anzahl der exportierten Kälber reduziert werden können
- Transport aus Österreich werden jedoch auf sehr hohem Standard durchgeführt
 - Tierschutzkonform, ohne Leid

 2021 **Danke für die Aufmerksamkeit**



Ohne gesamtheitliche Verantwortung für Kuh und Kalb kein Tierwohl!

Barbara Fiala-Köck¹*

Tagungsbericht wurde nicht zur Online-Publikation freigegeben.

¹ Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Tierschutzombudsschaft, Stempfergasse 7, A-8010 Graz

* Ansprechpartner: Dr. Barbara Fiala-Köck, email: tierschutzombudsfrau@stmk.gv.at

Untersuchungen zur Futteraufnahme und zum Energieaufwand von Aufzuchttrindern der Rasse Fleckvieh und Holstein von der Geburt bis 220 kg Lebendmasse

Investigations into feed intake and energy costs of rearing Simmental and Holstein cattle from birth to 220 kg liveweight

Leonhard Gruber^{1,5*}, Thomas Ettle², Frieder J. Schwarz³, Andreas Susenbeth⁴, Martin Royer⁵, Martin Pries⁶, Bernd Fischer⁷, Thomas Jilg⁸, Christian Koch⁹, Georg Terler⁵, Ulrich Meyer¹⁰, Harald M. Hammon¹¹, Hans-Jürgen Kunz¹² und Thomas Guggenberger⁵

Zusammenfassung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert, besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung, damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses (d. h. dessen Fett- und Proteingehalt) und daher auch auf den Energie- und Proteinbedarf. Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Aufzucht- und Mastrindern zu überarbeiten und den geänderten genetischen Verhältnissen anzupassen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. Im vorliegenden Beitrag wird über die Futteraufnahme und den Energieaufwand von männlichen und weiblichen Aufzuchttrindern der Rasse Fleckvieh und Holstein von der Geburt bis 220 kg Lebendmasse berichtet.

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

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing

³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung, Liesel-Beckmann-Straße 2, D-85354 Freising-Weihenstephan

⁴ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Hermann-Rodewald-Straße 9, D-24118 Kiel

⁵ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

⁶ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft, Haus Riswick, Elsenpaß 5, D-47533 Kleve

⁷ Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Tierhaltung und Technik, Lindenstraße 18, D-39606 Iden

⁸ Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, Fachbereich Rinderhaltung, Atzenbergerweg 99, D-88326 Aulendorf

⁹ Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Neumühle 1, D-67728 Münchweiler an der Alsenz

¹⁰ Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierernährung, Bundesallee 37, D-38116 Braunschweig

¹¹ Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Institut für Ernährungsphysiologie, Wilhelm-Stahl-Allee 2, D-18196 Dummerstorf

¹² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Hermann-Rodewald-Straße 6, D-24118 Kiel

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: Dr.Leonhard.Grubler@gmx.at

An der Untersuchung waren 10 Forschungsinstitutionen aus Deutschland und Österreich beteiligt. Insgesamt wurden 1.744 Datensätze aus 40 verschiedenen Aufzuchtversuchen für die Auswertungen kompiliert (Fleckvieh und Holstein, männliche und weibliche Kälber, $n = 2.732$ Tiere, im Durchschnitt 18,1 Tiere je Gruppe, mittlere Dauer der Erhebungsperiode einer Datenzeile 8,0 Tage). Die Tiere erhielten zum Teil Milchtränke und die Futtermation bestand überwiegend aus Heu, Maissilage sowie Kraftfutter.

Im Durchschnitt (LS-Means) waren die Tiere 97 ± 44 Tage alt und wiesen eine Lebendmasse von 130 ± 45 kg auf. Die mittleren Tageszunahmen betragen 1.013 ± 274 g. Die Tiere nahmen $1,69 \pm 1,25$ kg Grobfutter und $1,59 \pm 0,51$ kg Kraftfutter auf, in Summe $3,28 \pm 1,45$ kg Gesamtfutter (TM-Basis). Im Durchschnitt bestand die Ration aus 60 % Kraftfutter und wies eine Konzentration an 175 g Rohprotein, 280 g NDF sowie 12,5 MJ ME auf (in der TM). Der mittlere Energieaufwand pro kg Lebendmasse-Zuwachs belief sich auf $16,8 \pm 6,8$ MJ ME (nach Abzug des Erhaltungsbedarfes). Die Futteraufnahme stieg während des Untersuchungszeitraumes (Geburt bis 220 kg LM) von 0,9 auf 5,4 kg TM an, ebenso der Energieaufwand pro kg Zuwachs (nach Anzug des Erhaltungsbedarfs) von 9,2 auf 26,6 MJ ME. Für die Rasse Holstein ergaben sich gegenüber Fleckvieh etwas höhere Werte der Futteraufnahme und des Energieaufwandes, ebenso für weibliche gegenüber männlichen Tieren. Aus den Daten wurden Gleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme sowie zur Abschätzung des Energiebedarfs abgeleitet, und zwar spezifisch für die einzelnen Rassen (Fleckvieh, Holstein) und Geschlechter (männlich, weiblich). Die Haupteinflussfaktoren sind jeweils die Lebendmasse und die Lebendmasse-Zunahme sowie im Falle der Futteraufnahme auch das Kraftfutterniveau.

Schlagwörter: Rinderaufzucht, Rasse, Geschlecht, Lebendmasse, Futteraufnahme, Energieversorgung

Summary

In recent years or rather decades the milk yield has continuously been increased both at the breed Holstein and at Fleckvieh, especially by means of the breeder's activities. Caused by the negative genetic correlation between milk yield and fattening performance, the genotype's change heading for milk yield shows effects on the body composition and therefore on the composition of daily weight gain (i. e. fat and protein content) and on energy and protein requirements, as well. Therefore, it is necessary to revise the recommendations for energy and nutrient supply of rearing and fattening cattle, in order to adapt them to the altered genetic conditions. These operations are carried out by a working group within the "Commission for requirement standards" of GfE. In the present work the feed intake and energy costs for liveweight gain in the rearing period of Fleckvieh and Holstein cattle from birth to 220 kg liveweight are reported.

Ten research institutions from Germany and Austria participated in this investigation. For this analysis, a total of 1,744 data were compiled from 40 different rearing experiments (Simmental and Holstein, male and female calves, $n = 2,732$ animals, on average 18.1 animals per group, a mean of 8.0 days of investigation per data line). The animals were partly fed with milk and the diet consisted predominantly of hay, maize silage as well as concentrates.

On average (LS-Means) the animals were 97 ± 44 days old and obtained a mean live weight of 130 ± 45 kg. The mean daily gains amounted to $1,013 \pm 274$ g. The mean feed intake accounted for 1.69 ± 1.25 kg forage, 1.59 ± 0.51 kg concentrates and 3.28 ± 1.45 kg DM feed in total, consequently. On average the diet consisted

of 60% concentrates and showed a content of 175 g crude protein, 280 g NDF as well as 12.5 MJ ME (per kg DM). The mean energy costs per kg liveweight gain was 16.8 ± 6.8 MJ ME (after subtracting the maintenance requirements). During the investigation period (from birth to 220 kg LW) feed intake increased from 0.9 to 5.4 kg DM, as well as the energy cost per kg liveweight gain (after subtracting the maintenance requirements) from 9.2 to 26.6 MJ ME. Holsteins showed a slightly higher feed intake and energy costs compared to the Simmental breed, also female animals compared to their male counterparts. From these data equations were derived for the prediction of feed intake as well as for the estimation of energy requirements, to be specific for both the individual breeds (Simmental, Holstein) and the sexes (male, female).

Keywords: cattle rearing, breed, sex, liveweight, feed intake, energy supply

1. Einleitung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert (BRS 2020, ZuchtData 2020), ganz besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung (PIRCHNER 1979, ALPS und AVERDUNK 1984, HAIGER 2005) – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung und damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses, d. h. dessen Fett- und Proteingehalt. Weiters führte die Züchtung auf höhere Milchleistung auch zu Tieren mit höherer Körpergröße und Körpermasse (GRUBER und LEDINEK 2017), und zwar auf Grund der positiven genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Lebendmasse (VEERKAMP 1998). Dies heißt auch, dass sich das physiologische Alter und damit die Körperzusammensetzung bei einer bestimmten Lebendmasse verändert hat und auch von höheren Mastendgewichten auszugehen ist.

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE 1995) sowie die „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) einer Überarbeitung und Anpassung an die geänderten genetischen Verhältnisse bedürfen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. Im vorliegenden Beitrag wird über die Futteraufnahme und den Energieaufwand von Aufzuchtrindern der Rasse Fleckvieh und Holstein von der Geburt bis 220 kg Lebendmasse berichtet.

2. Material und Methoden

2.1 Herkunft der Daten

An der Untersuchung waren die in *Tabelle 1* angeführten Institutionen beteiligt. Überdurchschnittliche Anteile am Datenumfang kamen aus den Forschungseinrichtungen Riswick, Grub, Iden und Weihenstephan. Die Verteilung der Geschlechter (männlich, weiblich) auf die Institute war relativ günstig, d. h. es waren pro Institut überwiegend beide Geschlechter vertreten. Nur in Weihenstephan gab es ausschließlich männliche Tiere sowie in Iden und Braunschweig nur weibliche Tiere. Dagegen folgt die Verteilung der Tiere auf Rassen (Fleckvieh (FV), Holstein (HO)) den tatsächlichen Produktionsbedingungen, d. h. FV im Süden und HO im Norden. Nur in Raumberg-Gumpenstein waren beide Genotypen vertreten, und zwar sowohl männlichen als auch weiblichen

Tabelle 1: Beteiligte Institutionen und Datenumfang – Verteilung von Rasse und Geschlecht

| Institutionen ¹⁾ | Anzahl Versuche | Datensätze | Anzahl Tiere | | Anzahl Versuchstage | | Rasse ⁴⁾ | Geschlecht ⁵⁾ |
|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | Summe | pro VG ²⁾ | Summe | pro DS ³⁾ | | |
| Gumpenstein | 2 | 100 | 71 | 5,9 | 76 | 7,0 | FV, HO | m, w |
| Grub | 14 | 351 | 660 | 19,4 | 83 | 14,1 | FV | m, w |
| Weihenstephan | 10 | 190 | 774 | 19,4 | 111 | 10,7 | FV | m |
| Aulendorf | 4 | 138 | 153 | 12,8 | 109 | 7,0 | FV | m, w |
| Neumühle | 2 | 126 | 120 | 8,6 | 77 | 7,0 | HO | m, w |
| Riswick | 2 | 460 | 255 | 10,6 | 149 | 6,7 | HO | m, w |
| Iden | 2 | 230 | 398 | 15,9 | 79 | 7,0 | HO | w |
| Braunschweig | 1 | 80 | 72 | 18,0 | 203 | 7,0 | HO | w |
| Dummerstorf | 1 | 46 | 28 | 3,5 | 63 | 7,0 | HO | m, w |
| Kiel | 2 | 23 | 201 | 67,0 | 60 | 7,0 | HO | m, w |
| Summe/Mittelwert | 40 | 1.744 | 2.732 | 18,1 | 101 | 8,0 | FV, HO | m, w |

¹⁾ Genaue Institutsbezeichnung siehe unter Autoren

²⁾ VG = Versuchsgruppe

³⁾ DS = Datensatz (Datenzeile)

⁴⁾ FV = Fleckvieh, HO = Holstein

⁵⁾ m = männlich, w = weiblich

Geschlechts. Insgesamt wurden 1.744 Datensätze aus 40 verschiedenen Aufzuchtversuchen kompiliert. In diesen Untersuchungen waren insgesamt 2.732 Tiere vertreten (38,9 % FV, 61,1 % HO und 48,6 % männlich, 51,4 % weiblich). Die Dauer eines Versuches betrug im Durchschnitt 101 ± 39 Tage (Minimum 28 Tage, Maximum 203 Tage).

2.2 Beschreibung des Datenmaterials

2.2.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Der durchschnittliche Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen findet sich in *Tabelle 2*. Als Grundfutter wurden vorwiegend Heu, Maissilage und Grassilage, in einigen Versuchen jedoch auch Luzernesilage und Stroh (Trocken-TMR) herangezogen, welche durchschnittliche Werte aufwiesen; allerdings mit großen Streubereichen zwischen den Institutionen bzw. zwischen den Versuchen. Das Heu wies im Durchschnitt 125 g XP, 294 g XF, 551 g NDF sowie 9,3 MJ ME auf (in der TM). Die entsprechenden Werte der Maissilage betragen 77 g XP, 195 g XF, 415 g NDF sowie 11,0 MJ ME. Der Proteingehalt des Kraftfutters zeigte auf Grund diverser Fragestellungen in den Versuchen einen großen Streubereich von 81 bis 534 g XP (im Mittel 217 g XP und 12,45 MJ ME). Nähere Angaben zu Streuungsparametern der Inhaltsstoffe der einzelnen Futter finden sich in der *Anhangs-Tabelle A1*.

2.2.2 Kriterien der Versuchstiere hinsichtlich Alter, Lebendmasse und Fütterung

Wesentliche Kriterien der Versuchstiere hinsichtlich Alter, Lebendmasse sowie Futter- und Nährstoff-Aufnahme sind in *Tabelle 3* angeführt. Im Mittel aller Untersuchungen waren die Tiere im Versuchszeitraum 83 ± 44 Tage alt, bei einer Spannweite von 4 bis 221 Tagen. Dies entsprach einer Lebendmasse (LM) von 115 ± 45 kg (41–220 kg LM).

Tabelle 2: Durchschnittlicher Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen (in der TM)

| Inhaltsstoffe | Einheit | Heu (n = 128) | Grassilage (n = 94) | Luzernesilage (n = 32) | Maissilage (n = 171) | Stroh (n = 30) | Kraftfutter (n = 220) | Milch / MAT ⁴⁾ (n = 79) |
|---|---------|------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Rohnährstoffe¹⁾ | | | | | | | | |
| TM | g/kg FM | 884 | 369 | 306 | 371 | 884 | 886 | 593 |
| XP | g | 125 | 160 | 193 | 77 | 42 | 217 | 244 |
| XL | g | 21 | 38 | 28 | 33 | 13 | 34 | 242 |
| XF | g | 294 | 257 | 296 | 195 | 461 | 74 | 9 |
| XX | g | 490 | 443 | 386 | 659 | 429 | 605 | 429 |
| XA | g | 71 | 102 | 96 | 35 | 56 | 70 | 76 |
| Gerüstsubstanzen und Nichtfaser-Kohlenhydrate²⁾ | | | | | | | | |
| CHO | g | 784 | 700 | 682 | 854 | 889 | 679 | 438 |
| NDF | g | 551 | 487 | 437 | 415 | 823 | 222 | 11 |
| ADF | g | 326 | 299 | 348 | 217 | 494 | 102 | 9 |
| ADL | g | 37 | 36 | 68 | 21 | 74 | 27 | 4 |
| NFC | g | 233 | 213 | 246 | 440 | 66 | 457 | 427 |
| Proteinwert und Energiekonzentration³⁾ | | | | | | | | |
| deg | % | 79,4 | 85,0 | 79,4 | 75,0 | 55,1 | 69,4 | 95,0 |
| nXP | g | 124 | 133 | 135 | 133 | 75 | 190 | 170 |
| RNB | g | 0,17 | 4,36 | 9,26 | -8,87 | -5,41 | 4,20 | 11,93 |
| ME | MJ | 9,27 | 9,91 | 8,99 | 11,02 | 6,44 | 12,45 | 17,63 |

¹⁾ TM, XP, XL, XF, XX, XA = Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe, Rohasche

²⁾ CHO, NDF, ADF, ADL, NFC = Kohlenhydrate, Neutral-Detergenzienfaser, Säure-Detergenzienfaser, Säure-Detergenzienlignin, Nichtfaser-Kohlenhydrate

³⁾ deg, nXP, RNB, ME = ruminale Abbaubarkeit des XP, nutzbares XP im Dünndarm, ruminale N-Bilanz, umsetzbare Energie (nach GfE 2001)

⁴⁾ MAT = Milchaustauschfutter

Die Aufnahme an Grobfutter, Kraftfutter und Gesamtfutter belief sich im Mittel auf $1,26 \pm 1,25$ (0,00–5,63 kg), $1,57 \pm 0,51$ (0,55–3,33 kg) sowie $2,83 \pm 1,45$ (0,55–6,50 kg) kg Trockenmasse (TM). Der Kraftfutteranteil (inklusive Milch) machte im Durchschnitt $66,6 \pm 24,1$ % (13,0–100,0) % der TM aus.

Als Grobfutter wurde vorwiegend Heu, Maissilage und Grassilage verwendet (in einigen Versuchen auch Luzernesilage), aber auch Stroh (in Kälber-TMR). Im Mittel aller Versuche wies die Grobfutter-Ration 274 g XF, 516 g NDF, 102 g XP und 9,64 MJ ME auf (in der TM). Die Gesamt-Ration hatte im Durchschnitt folgende Gehalte (111 g XF, 239 g NDF, 181 g XP und 12,90 MJ ME), mit einem beachtlichen Streubereich (Tabelle 3). Der Energieaufwand für das Wachstum (nach Abzug des Erhaltungsbedarfes) betrug $15,1 \pm 6,8$ MJ ME pro kg Lebendmasse-Zunahme (-3,3–36,7 MJ ME).

Tabelle 3: Kriterien der Versuchstiere hinsichtlich Alter, Lebendmasse und Fütterung (n = 1.744)

| Parameter | Einheit | Mittelwert | Standard- abweichung | Variations- koeffizient | Minimum | Maximum |
|--|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|---------|---------|
| Alter und Lebendmasse | | | | | | |
| Alter | Tage | 83,3 | 44,3 | 53,2 | 3,5 | 221,0 |
| Lebendmasse | kg | 115,2 | 45,3 | 39,3 | 40,8 | 219,8 |
| Lebendmasse-Zunahme | g/Tag | 979 | 274 | 27,9 | 156 | 1.782 |
| Futter- und Nährstoffaufnahme (pro Tag) | | | | | | |
| Milch bzw. MAT (> 0, n = 903) | kg TM | 0,70 | 0,33 | 47,0 | 0,001 | 1,68 |
| Heu (> 0, n = 1.094) | kg TM | 0,30 | 0,34 | 113,9 | 0,001 | 3,75 |
| Maissilage (> 0, n = 1.068) | kg TM | 1,05 | 0,86 | 81,9 | 0,001 | 3,36 |
| Grassilage (> 0, n = 693) | kg TM | 0,91 | 0,82 | 90,3 | 0,001 | 4,62 |
| Grundfutter | kg TM | 1,26 | 1,25 | 99,4 | 0,00 | 5,63 |
| Kraftfutter (inkl. Milch) | kg TM | 1,57 | 0,51 | 32,3 | 0,55 | 3,33 |
| Gesamtfutter | kg TM | 2,83 | 1,45 | 51,3 | 0,55 | 6,50 |
| Rohprotein | g XP | 475 | 196 | 41,3 | 103 | 1.201 |
| Nutzbares Rohprotein | g nXP | 451 | 216 | 47,9 | 88 | 1.146 |
| Energie | MJ ME | 39,9 | 14,1 | 41,5 | 8,7 | 74,1 |
| Kraftfutteranteil | % der TM | 66,6 | 24,1 | 36,2 | 13,0 | 100,0 |
| Energieaufwand (ME) | MJ/kg Zuwachs | 15,1 | 14,9 | 45,4 | -3,3 | 36,7 |
| Nährstoffkonzentration des Grobfutters (in der TM, GF > 0 kg TM) | | | | | | |
| XF | g | 274 | 71 | 25,9 | 147 | 511 |
| NDF | g | 516 | 109 | 21,1 | 361 | 917 |
| ADF | g | 302 | 75 | 24,7 | 187 | 546 |
| ADL | g | 39 | 23 | 59,1 | 14 | 120 |
| Energie | MJ ME | 9,64 | 1,14 | 11,8 | 6,26 | 11,45 |
| XP | g | 102 | 30 | 29,1 | 27 | 178 |
| nXP | g | 122 | 16 | 13,1 | 69 | 142 |
| Nährstoffkonzentration des Kraftfutters (in der TM, inkl. Milch) | | | | | | |
| XF | g | 52 | 32 | 60,5 | 0 | 151 |
| NDF | g | 150 | 90 | 59,8 | 0 | 370 |
| ADF | g | 71 | 48 | 68,4 | 0 | 221 |
| ADL | g | 20 | 19 | 95,8 | 0 | 90 |
| Energie | MJ ME | 13,76 | 1,91 | 13,9 | 11,34 | 20,16 |
| XP | g | 221 | 28 | 12,8 | 125 | 382 |
| nXP | g | 183 | 13 | 7,3 | 141 | 233 |
| Nährstoffkonzentration der Gesamtration (in der TM) | | | | | | |
| XL | g | 80 | 67 | 83,5 | 15 | 325 |
| XF | g | 111 | 61 | 55,5 | 0 | 262 |
| NDF | g | 239 | 124 | 51,8 | 0 | 499 |
| ADF | g | 129 | 70 | 54,7 | 0 | 278 |
| ADL | g | 21 | 12 | 55,7 | 0 | 42 |
| NFC | g | 431 | 62 | 14,5 | 210 | 566 |
| CHO | g | 670 | 94 | 14,0 | 362 | 826 |
| Energie | MJ ME | 12,90 | 2,11 | 16,3 | 9,80 | 19,35 |
| XP | g | 181 | 32 | 17,6 | 103 | 299 |
| nXP | g | 163 | 10 | 6,1 | 129 | 228 |
| RNB | g | 1,96 | 4,68 | 238,5 | -19,66 | 15,53 |
| XP/ME-Verhältnis | g/MJ | 14,06 | 1,58 | 11,2 | 10,51 | 18,33 |

2.3 Statistische Auswertung

Da die Erhebung der Grobfutter-Aufnahme pro Einzeltier in den meisten Versuchseinrichtungen technisch nicht möglich war, sondern nur pro Gruppe, wurde die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie alle weiteren Daten (bes. Lebendmasse und Lebendmasse-Zunahme) pro Gruppe zusammengefasst. Weiteres wurden die täglich ermittelten Daten auch zeitlich aggregiert, in vielen Fällen pro Woche, zum Teil in kürzeren und auch längeren Zeiteinheiten. Die mittlere Dauer dieser Erhebungszeiträume betrug $9,1 \pm 3,5$ (6,0–22,2) Tage. Die Anzahl der Tiere je Gruppe unterschied sich je nach Institution und auch Versuch. Die mittlere Gruppengröße belief sich auf $15,5 \pm 11,3$ (1,0–98,0) Tiere. Für die Unterteilung in Gruppen war nicht nur die Versuchsfrage des jeweiligen Versuches maßgeblich, sondern auch die Zugehörigkeit der Tiere zu einer Rasse (FV, HO) bzw. zu einem Geschlecht (männlich, weiblich). Ein auf Gruppe und Zeiteinheit aggregierter Wert ergibt die Versuchseinheit, d. h. eine Zeile in der Datenbank ($n = 1.744$).

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Statgraphics 19 (2020). Die Daten wurden mit der Prozedur GLM als Meta-Analyse unter Ausschaltung des zufälligen Einflusses von Institut nach folgendem Modell ausgewertet (ST-PIERRE 2001):

$$y = \text{LEBENDMASSE} + \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{INSTITUT} + \\ \text{RASSE} \times \text{GESCHLECHT} \times \text{LEBENDMASSE}$$

y = abhängige Variable

LEBENDMASSE =
Lebendmasse-Abschnitte (40-60, 60-80, 80-100, 100-120, ..., 160-180, 180-200, 200-220 kg LM)

RASSE = Fleckvieh, Holstein

GESCHLECHT = männlich, weiblich

INSTITUT =
Gumpenstein, Grub, Weihenstephan, Aulendorf, Neumühle, Riswick, Iden, Braunschweig,
Dummerstorf, Kiel

Zur Abschätzung des Energieaufwandes (IME, MJ/Tag) wurden darüber hinaus die metabolische Lebendmasse (LM, $\text{kg}^{0,75}$), die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) und die Interaktion (LM \times LMZ) als Regressionsvariable herangezogen. Zur Abschätzung der Futtermittelaufnahme galt im Prinzip das gleiche Modell, es wurde nur um die nutritive Variable „Kraftfutter“ erweitert.

$$\text{IME} = \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{RASSE} \times \text{GESCHLECHT} + \text{INSTITUT} + \\ \text{LM} (\text{kg}^{0,75}) + \text{LMZ} (\text{kg}) + (\text{LM} (\text{kg}) \times \text{LMZ} (\text{kg}))$$

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Alter, Lebendmasse, Futter- und Nährstoffaufnahme, Nährstoffkonzentration sowie Energieaufwand im Mittel des Untersuchungszeitraumes

In *Tabelle 4* sind wesentliche Versuchsergebnisse als Gesamtmittelwert (LS-Mean (LSM)) sowie für die Versuchsfaktoren Rasse (Fleckvieh (FV), Holstein (HO)) und Geschlecht (männlich, weiblich) angeführt. Im Durchschnitt waren die Tiere 97 Tage alt und wiesen eine Lebendmasse von 130 kg auf. Die mittleren Tageszunahmen betragen 1.013 g. Die Tiere nahmen 1,7 kg Grobfutter und 1,6 kg Kraftfutter auf (TM-Basis). Im Durchschnitt bestand die Ration aus 60 % Kraftfutter und wies eine Konzentration an 175 g Rohprotein, 280 g NDF sowie 12,5 MJ ME auf (in der TM). Der mittlere Energieaufwand pro kg Lebendmasse-Zuwachs belief sich auf 16,8 MJ ME (nach Abzug des Erhaltungsbedarfes von 530 kJ ME pro $\text{kg}^{0,75}$ Lebendmasse (GfE 1995)).

Tabelle 4: Alter, Lebendmasse, Futteraufnahme sowie Nährstoffaufnahme, Nährstoffkonzentration und Energieaufwand in Abhängigkeit von Rasse und Geschlecht

| Variable | Einheit | LS-Mean | Rasse | | | Geschlecht | | | Rasse x Geschlecht | | | P-Werte | | | |
|-----------------------|---------------|---------|-------|-------|--------|------------|-------|-------|--------------------|-------|------|---------|----------------|--------|------|
| | | | FV | HO | Männl. | Weibl. | FVw | HOw | RMSE | R | G | R x G | R ² | | |
| Anzahl | n | 1.744 | 678 | 1.066 | 848 | 896 | 477 | 201 | 371 | 695 | | | | | |
| Alter | Tage | 97 | 94 | 99 | 93 | 101 | 91 | 98 | 94 | 104 | 8 | <0,001 | <0,001 | 0,109 | 96,9 |
| Lebendmasse | kg | 130 | 130 | 129 | 130 | 130 | 131 | 130 | 129 | 130 | 6 | 0,219 | 0,707 | 0,223 | 98,5 |
| Lebendmasse-Zunahme | g/d | 1.013 | 1.038 | 988 | 1.053 | 973 | 1.084 | 992 | 1.021 | 955 | 137 | 0,003 | <0,001 | 0,264 | 75,0 |
| Grundfutter-Aufnahme | kg TM/d | 1,69 | 1,59 | 1,80 | 1,64 | 1,75 | 1,55 | 1,63 | 1,72 | 1,87 | 0,29 | <0,001 | <0,001 | 0,224 | 94,6 |
| Kraftfutter-Aufnahme | kg TM/d | 1,59 | 1,68 | 1,50 | 1,65 | 1,53 | 1,76 | 1,59 | 1,53 | 1,46 | 0,28 | <0,001 | <0,001 | 0,038 | 69,0 |
| Gesamtfutter-Aufnahme | kg TM/d | 3,28 | 3,27 | 3,30 | 3,29 | 3,28 | 3,31 | 3,23 | 3,26 | 3,33 | 0,30 | 0,489 | 0,868 | 0,002 | 95,7 |
| Kraftfutter-Anteil | % der TM | 59,7 | 62,2 | 57,2 | 60,8 | 58,6 | 63,0 | 61,4 | 58,6 | 55,9 | 7,2 | <0,001 | 0,005 | 0,364 | 91,0 |
| Rohprotein-Aufnahme | g XP/d | 535 | 530 | 540 | 536 | 533 | 537 | 524 | 536 | 543 | 58 | 0,185 | 0,634 | 0,037 | 91,1 |
| Energie-Aufnahme | MJ ME/d | 38,1 | 38,2 | 37,9 | 38,4 | 37,7 | 39,1 | 37,4 | 37,7 | 38,1 | 3,4 | 0,437 | 0,055 | <0,001 | 94,1 |
| XP-Konzentration | g/kg TM | 175 | 173 | 176 | 176 | 174 | 174 | 173 | 177 | 175 | 13 | 0,066 | 0,413 | 0,393 | 83,2 |
| NDF-Konzentration | g/kg TM | 280 | 271 | 288 | 276 | 284 | 270 | 273 | 282 | 295 | 41 | <0,001 | 0,061 | 0,171 | 88,9 |
| ME-Konzentration | MJ/kg TM | 12,49 | 12,51 | 12,47 | 12,53 | 12,45 | 12,52 | 12,49 | 12,54 | 12,40 | 0,81 | 0,718 | 0,348 | 0,430 | 85,3 |
| ME-Aufwand | MJ/kg Zuwachs | 16,8 | 16,4 | 17,3 | 16,3 | 17,3 | 16,4 | 16,4 | 16,3 | 18,2 | 3,4 | 0,031 | 0,006 | 0,001 | 76,0 |

3.1.1 Einfluss der Rasse

Tiere der Rasse Holstein waren bei gleicher Lebendmasse etwa 5 Tage älter ($P < 0,001$) und zeigten folglich geringere Tageszunahmen ($P = 0,003$). Ihre Futtermittelaufnahme unterschied sich jedoch im Mittel des Untersuchungszeitraumes nicht (3,27 vs. 3,30 kg TM), wohl aber ihre Rationszusammensetzung (62,2 vs. 57,2 % Kraftfutter). Dies ist auf das Fütterungsregime in den einzelnen Forschungsinstitutionen zurückzuführen. Die gleich hohe Futter- und Energie-Aufnahme bei höheren Tageszunahmen ergibt einen signifikant günstigeren Energieaufwand der Fleckvieh-Tiere (16,4 vs. 17,3 MJ ME/kg Zuwachs). Dieser genetische Unterschied zwischen milchbetonten und fleischbetonten bzw. kombinierten Genotypen ist vielfach belegt und eine Folge des unterschiedlichen Fett- und Proteinansatzes im Körper dieser Tiere (z. B. INRA 1989, SCA 1990, GfE 1995).

3.1.2 Einfluss des Geschlechtes

Ähnlich dem Vergleich der Genotypen unterscheiden sich auch die beiden Geschlechter. Männliche Tiere sind durch höhere Tageszunahmen und geringeres Alter (bei gleicher Lebendmasse) gekennzeichnet ($P < 0,001$). Auch ihre Futter- und Energie-Aufnahme ist sehr ähnlich (3,29 vs. 3,28 kg TM; 38,4 vs. 37,7 MJ ME), sodass sich ein signifikant ungünstigerer Energieaufwand der weiblichen Tiere ergibt (16,3 vs. 17,3 MJ ME/kg Zuwachs). Auch diese Zusammenhänge ergeben sich aus dem unterschiedlichen Fett- und Protein-Ansatzvermögen männlicher und weiblicher Tiere und sind durch zahlreiche Versuchsergebnisse in der Literatur bestätigt (KIRCHGESSNER et al. 1994, GfE 1995, SCHWARZ et al. 1995, STEINWIDDER et al. 2002 und 2007).

3.2 Alter, Lebendmasse, Lebendmasse-Zunahme, Futter- und Nährstoffaufnahme, Nährstoffkonzentration sowie Energieaufwand im Verlauf des Untersuchungszeitraumes

Nachfolgend werden die unter 3.1 angesprochenen Kriterien in Abhängigkeit von der Entwicklung der Lebendmasse diskutiert. In *Tabelle 5* werden die Ergebnisse als Mittelwerte (LS-Mean) für die Lebendmasse-Abschnitte 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170, 190 sowie 210 kg angeführt, und zwar als Gesamtmittel bzw. als Rassen-Mittelwerte für FV und HO sowie als Geschlechts-Mittelwerte für männlich und weiblich. In *Abbildung 1a* und *1b* sind die Mittelwerte für die Untergruppen FVm, FVw, HOm und HOw dargestellt, also die LS-Means aus der Wechselwirkung Rasse \times Geschlecht.

Wie zu erwarten übt der Faktor Lebendmasse einen hoch-signifikanten Einfluss auf alle Kriterien aus. Die Lebendmasse-Zunahme steigt für alle Gruppen – ausgehend von einem relativ niedrigen Niveau von knapp 600 g/Tag – bis 110 kg LM auf über 1.000 g/Tag an. Erst ab dieser Phase differenzieren sich die einzelnen Gruppen in der zu erwartenden Weise, d. h. FV weist höhere Lebendmasse-Zunahmen auf als HO, ebenso männliche Tiere gegenüber weiblichen. Aus diesem Grund tritt auch eine signifikante Wechselwirkung zwischen LM und Rasse bzw. LM und Geschlecht auf (*Tabelle 5*).

Diese Wechselwirkungen waren auch in den allermeisten anderen Kriterien festzustellen (*Abbildung 1a* und *1b*). Die Aufnahme an Grobfutter folgte einem S-förmigen Verlauf und stieg von 0,03 auf 3,08 kg TM pro Tag an. Die Form der Kurve erklärt sich aus der sehr geringen Grobfutter-Aufnahme in der ersten Phase nach der Geburt. Ähnlich verläuft auch die Gesamtfutter-Aufnahme, da die Kraftfutter-Aufnahme üblicher Weise ab 2,0 bis 2,5 kg limitiert wurde. Der Kraftfutteranteil nahm von 97,4 auf 28,1 % ab. Der Kraftfutteranteil war bei FV gegen Ende des Untersuchungszeitraumes höher, da diese Tiere nach der Aufzucht in die Mast mit intensiver Fütterung überstellt wurden.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-------------|
| Proteinaufnahme | g XP/d Alle | 213 | 277 | 371 | 501 | 602 | 669 | 694 | 725 | 761 | 58 | <0,001 | 91,1 |
| | FV | 220 | 282 | 359 | 484 | 603 | 677 | 704 | 728 | 716 | | | |
| | Rasse | HO | 206 | 272 | 383 | 518 | 662 | 684 | 723 | 807 | | | <0,001 |
| | Männl. | 214 | 285 | 358 | 478 | 587 | 661 | 698 | 743 | 804 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 212 | 269 | 383 | 524 | 678 | 690 | 707 | 719 | | | <0,001 |
| Energieaufnahme | MJ ME/d Alle | 15,4 | 19,7 | 24,3 | 32,6 | 40,2 | 46,7 | 50,5 | 55,0 | 58,3 | 3,4 | <0,001 | 94,1 |
| | FV | 15,6 | 19,4 | 23,0 | 31,8 | 40,9 | 48,1 | 51,8 | 56,3 | 57,3 | | | |
| | Rasse | HO | 15,2 | 20,0 | 25,6 | 33,4 | 45,4 | 49,2 | 53,7 | 59,3 | | | <0,001 |
| | Männl. | 15,4 | 19,9 | 23,8 | 31,8 | 39,7 | 46,7 | 51,2 | 56,2 | 61,1 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 15,4 | 19,4 | 24,9 | 33,4 | 40,7 | 46,8 | 49,8 | 55,5 | | | <0,001 |
| XP-Konzentration | g/kg TM Alle | 228 | 207 | 194 | 179 | 168 | 159 | 151 | 146 | 141 | 13 | <0,001 | 83,2 |
| | FV | 241 | 210 | 191 | 173 | 163 | 155 | 150 | 144 | 134 | | | |
| | Rasse | HO | 214 | 205 | 197 | 184 | 162 | 153 | 149 | 148 | | | <0,001 |
| | Männl. | 228 | 207 | 196 | 179 | 169 | 158 | 151 | 147 | 145 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 228 | 208 | 192 | 179 | 160 | 152 | 146 | 138 | | | 0,175 |
| NDF-Konzentration | g/kg TM Alle | 26 | 123 | 210 | 293 | 336 | 357 | 378 | 388 | 406 | 41 | <0,001 | 88,9 |
| | FV | 5 | 134 | 219 | 292 | 329 | 342 | 354 | 366 | 399 | | | |
| | Rasse | HO | 47 | 112 | 201 | 293 | 343 | 372 | 402 | 414 | | | <0,001 |
| | Männl. | 25 | 116 | 198 | 288 | 335 | 364 | 382 | 386 | 385 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 27 | 130 | 222 | 297 | 350 | 374 | 390 | 427 | | | <0,001 |
| ME-Konzentration | MJ/kg TM Alle | 17,16 | 15,03 | 13,19 | 11,89 | 11,32 | 11,12 | 10,97 | 10,94 | 10,79 | 0,81 | <0,001 | 85,3 |
| | FV | 18,00 | 15,05 | 13,06 | 11,78 | 11,15 | 11,03 | 10,95 | 10,92 | 10,61 | | | |
| | Rasse | HO | 16,31 | 15,01 | 13,32 | 12,01 | 11,48 | 11,21 | 10,99 | 10,96 | | | <0,001 |
| | Männl. | 17,21 | 15,09 | 13,41 | 12,00 | 11,37 | 11,09 | 10,92 | 10,90 | 10,77 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 17,10 | 14,96 | 12,97 | 11,79 | 11,27 | 11,15 | 11,02 | 10,98 | | | 0,039 |
| Energieaufwand | MJ ME/kg Zuw. Alle | 9,1 | 8,9 | 9,5 | 14,0 | 17,8 | 21,3 | 21,9 | 23,6 | 25,6 | 3,4 | <0,001 | 76,0 |
| | FV | 7,9 | 7,3 | 8,3 | 13,4 | 18,0 | 22,0 | 22,2 | 23,5 | 25,0 | | | |
| | Rasse | HO | 10,2 | 10,5 | 10,7 | 14,5 | 17,6 | 20,6 | 21,5 | 23,6 | | | <0,001 |
| | Männl. | 9,2 | 9,3 | 8,9 | 13,0 | 16,7 | 19,9 | 21,1 | 22,9 | 26,3 | | | |
| | Geschlecht | Weibl. | 8,9 | 8,6 | 10,1 | 14,9 | 19,0 | 22,7 | 24,2 | 24,9 | | | <0,001 |

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration finden sich in *Abbildung 1b*. Die Nährstoffaufnahme ist das Produkt von Trockenmasse-Aufnahme sowie der in den verschiedenen Futtermitteln enthaltenen Nährstoffe und folgt daher nicht vollständig der Futteraufnahme. So ist die relativ starke Abflachung des Anstiegs der Proteinaufnahme vor allem das Ergebnis des zunehmenden Anteils der eiweißarmen Maissilage im vorliegenden Datenmaterial. Im Gegensatz dazu führt deren hohe Energiekonzentration (*Tabelle 2*) zu einem stetigen Anstieg der Energieaufnahme. Weiters wirken noch die Zusammensetzung und Nährstoffkonzentration des Kraftfutters hinein. Diese Zusammenhänge bilden sich auch in der Nährstoffkonzentration der Ration ab. Sowohl der Gehalt an Protein als auch an Energie nimmt während der Aufzuchtphase deutlich ab (von 228 auf 141 g XP sowie von 17,2 auf 10,8 MJ ME), während der Gehalt an Faser deutlich ansteigt (von 11 auf 197 g XF bzw. von 26 auf 406 g NDF). Dies ist das Ergebnis abnehmender Milchtränke-Aufnahme und zunehmender Grobfutter-Aufnahme mit steigender Lebendmasse.

Der Energieaufwand für das Wachstum erhöht sich von 9,1 auf 25,6 MJ ME/kg Zuwachs. Dabei sind die Unterschiede im Energieaufwand zwischen den Rassen bzw. zwischen den Geschlechtern in allen Lebendmasse-Abschnitten sichtbar (siehe Abschnitt 3.1). Diese Werte des Energieaufwandes für das Wachstum fügen sich sehr gut ein in theoretische Modellberechnungen von SUSENBETH (pers. Mitteilung). Je nach dem Gehalt an Protein und Fett im täglichen Ansatz der Tiere ist von einem Energieansatz von 5,2 bis 19,3 MJ RE (retained energy) pro kg Zuwachs zu rechnen. Bei einer Verwertung der ME für den Ansatz von 60 % ist daher von einem ME-Bedarf von 8,7 bis 32,2 MJ pro kg Zuwachs auszugehen. Die hier unterstellte Verwertung der ME für den Ansatz von 60 % ist höher als die bei GfE (1995) angenommene k_{pf} -Wert von 40 bis 43 %. Nach SUSENBETH (pers. Mitteilung) sprechen sowohl methodische als auch physiologische Gründe für eine höhere Verwertung der ME für den Ansatz von Protein und Fett.

Übersicht: Protein- und Fettansatz von Rindern und daraus abgeleitete Faktoren des Energiebedarfs für das Wachstum (nach SUSENBETH, persönliche Mitteilung)

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Protein (g/kg ΔW) | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 |
| Fett (g/kg ΔW) | 409 | 364 | 318 | 273 | 227 | 182 | 136 | 91 | 45 | 0 |
| RE MJ/kg ΔW | 19,3 | 17,8 | 16,2 | 14,6 | 13,1 | 11,5 | 9,9 | 8,4 | 6,8 | 5,2 |
| k_{pf} | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| ME _g MJ/kg ΔW | 32,2 | 29,6 | 27,0 | 24,4 | 21,8 | 19,2 | 16,6 | 13,9 | 11,3 | 8,7 |

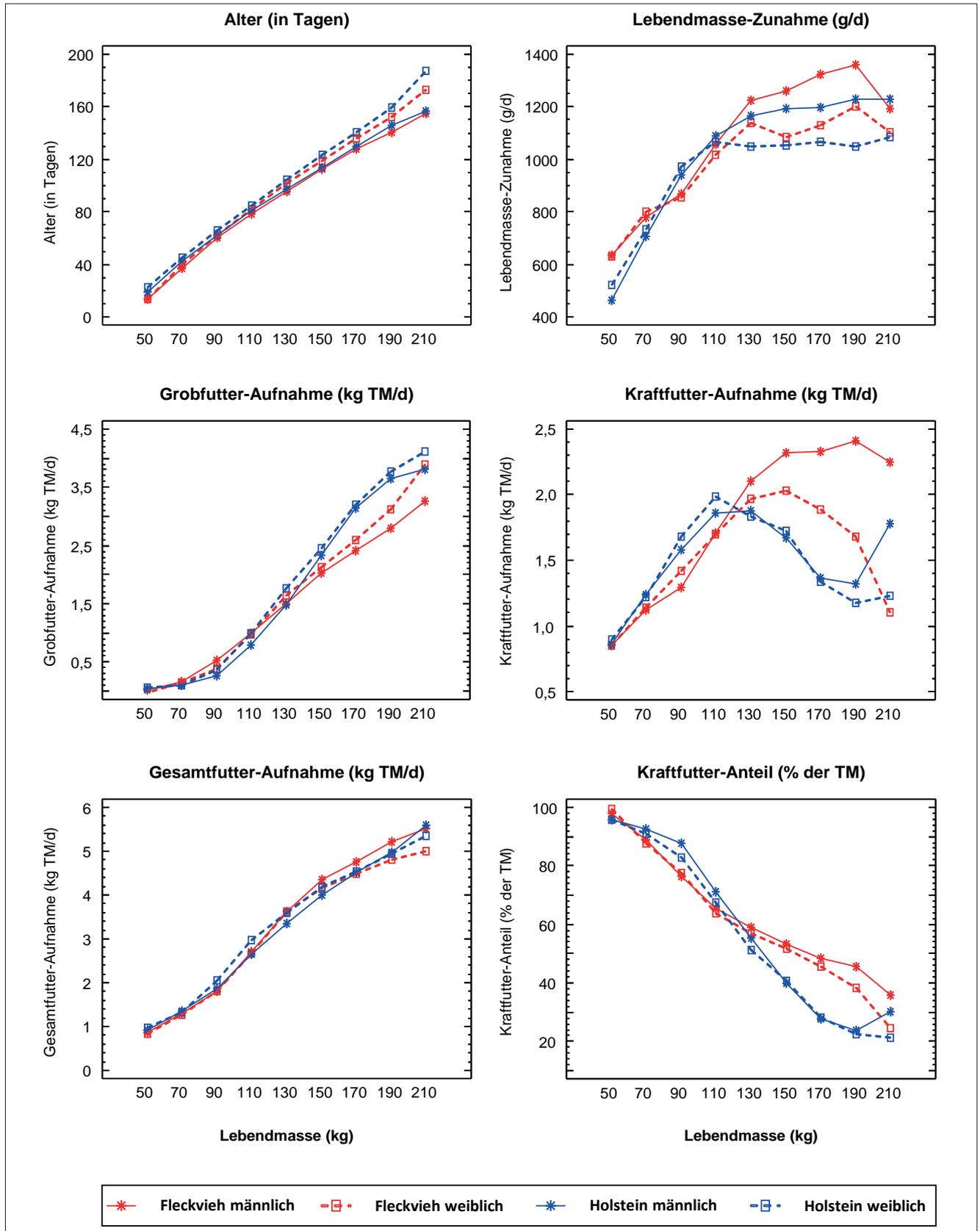


Abbildung 1a: Entwicklung von Lebendmasse, Futteraufnahme sowie Kraftfutteranteil von Jungrindern bis 220 kg Lebendmasse (Rasse FV und HO, männlich und weiblich)

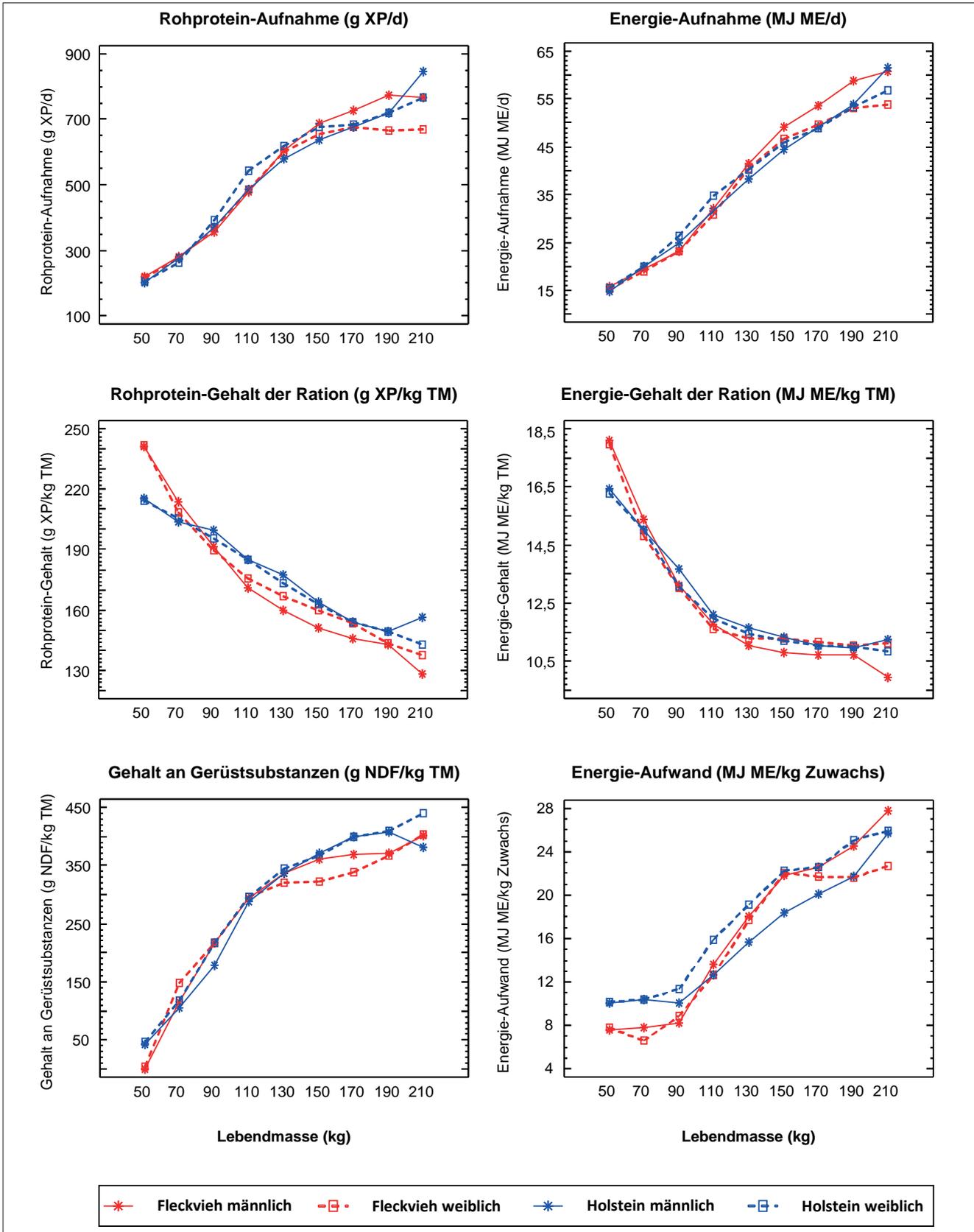


Abbildung 1b: Entwicklung der Aufnahme und Konzentration von Nährstoffen in der Ration sowie des Energieaufwandes für das Wachstum von Junggrindern bis 220 kg Lebendmasse (Rasse FV und HO, männlich und weiblich)

3.3 Ableitung des Energieaufwandes

3.3.1 Ableitung des Energieaufwandes aus der Gesamtenergie-Aufnahme

Aus den vorliegenden Daten wurden in einem weiteren Schritt Gesetzmäßigkeiten zum Energiebedarf der Jungtiere abgeleitet. Wie unter Abschnitt 2.3 beschrieben, wurden dazu über das statistische Grundmodell hinaus (Rasse, Geschlecht, Institut) die Effekte von Lebendmasse (LM, kg^{0,75}) und Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg) sowie dem Produkt [LM × LMZ] als Regressionsvariablen herangezogen. Die Ergebnisse sind in Formel (1) angeführt:

$$\text{IME}_{(\text{Total})} \text{ (MJ/d)} = 33,56 + R + G + 0,781 \times (\text{LM} - 34,66) [\text{kg}^{0,75}] + 0,126 \times (\text{LMZ} - 0,979) [\text{kg}] + 0,08675 \times ((\text{LM} \times \text{LMZ}) - 121,6) [\text{kg}] \quad (1)$$

R = -0,53 für FV und +0,53 für HO
G = -0,31 für männlich und +0,31 für weiblich

Hinweis: für Untergruppen R × G sind die Effekte zu addieren: z. B.
FVm = -0,53 + -0,31 = -0,84
FVmännl = -0,84, FVweibl = -0,22, HOMännl = +0,22, HOweibl = +0,84
RMSE = 3,19 MJ ME (9,4 %), R² = 94,9 %

Abbildung 2 zeigt, dass die Beziehung zwischen Lebendmasse und dem Energiebedarf sehr eng ist, zwischen Lebendmasse-Zunahme und Energiebedarf dagegen recht lose. Das deutet darauf hin, dass erstens dieser Parameter in seiner Feststellung mit relativ großer Ungenauigkeit behaftet ist und dass zweitens der Energiegehalt pro kg Lebendmasse-Zunahme recht unterschiedlich ausfallen kann. Eine signifikante Erhöhung der Schätzgenauigkeit bringt die Interaktion [LM × LMZ], welche besagt, dass der Energiebedarf für die Lebendmasse-Zunahme abhängig von der Lebendmasse ist. Die Beziehung zwischen Energiebedarf und der Interaktion [LM × LMZ] ist folglich wesentlich enger als zwischen Energiebedarf und Lebendmasse-Zunahme (Abbildung 2). In Abbildung 2 (unten) ist die Energie-Aufnahme aus Tabelle 5 für die Haupteffekte Rasse bzw. Geschlecht in Abhängigkeit von der Lebendmasse in Form von Punkten dargestellt. Die Linien geben die mit Formel (1) errechneten Schätzwerte des Energiebedarfs für die einzelnen Varianten über den gesamten Lebendmasse-Bereich und der jeweils gegebenen Lebendmasse-Zunahme an. Wie aus der Grafik und aus den statistischen Kennwerten (R² = 94,9 %, relative Residualstandardabweichung 9,4 %) zu erwarten, ist die Schätzgenauigkeit durchaus zufriedenstellend.

3.3.2 Ableitung des Energieaufwandes aus der Gesamtenergie-Aufnahme minus Energie-Erhaltungsbedarf

Nach GfE (1995) beträgt der Energiebedarf für Erhaltung 0,530 MJ ME je kg metabolischer Körpermasse (LM, kg^{0,75}). Der in Formel (1) abgeleitete Wert von 0,781 MJ ME/ LM (kg^{0,75}) ist wesentlich höher und auf den ersten Blick physiologisch nicht plausibel. Tatsächlich lässt sich im vorliegenden Datenmaterial aus vielen, unterschiedlichen Versuchen (n = 40) der Energie-Aufwand für Erhaltung und Wachstum mit statistischen Methoden nicht trennen. Bei der faktoriellen Ableitung des Energiebedarfes für Erhaltung und Leistung muss der Erhaltungsbedarf durch stark unterschiedliche Futterniveaus und durch die Extrapolation der Energieaufnahme auf eine Energie-Retention von Null rechnerisch bestimmt werden (BLAXTER 1989). Unterschiede in der Energieaufnahme von einem solchen Ausmaß waren in keinem der vorliegenden Versuche vorhanden. Vielmehr ist von einem Fütterungsregime auf *ad libitum*-Niveau auszugehen. Weiters ist festzuhalten, dass der Faktor Lebendmasse aus bereits diskutierten Gründen (siehe 3.3.1) auch im Wechselwirkungs-Term [LM × LMZ] enthalten ist und somit auch einen Teil des Erhaltungsbedarfs

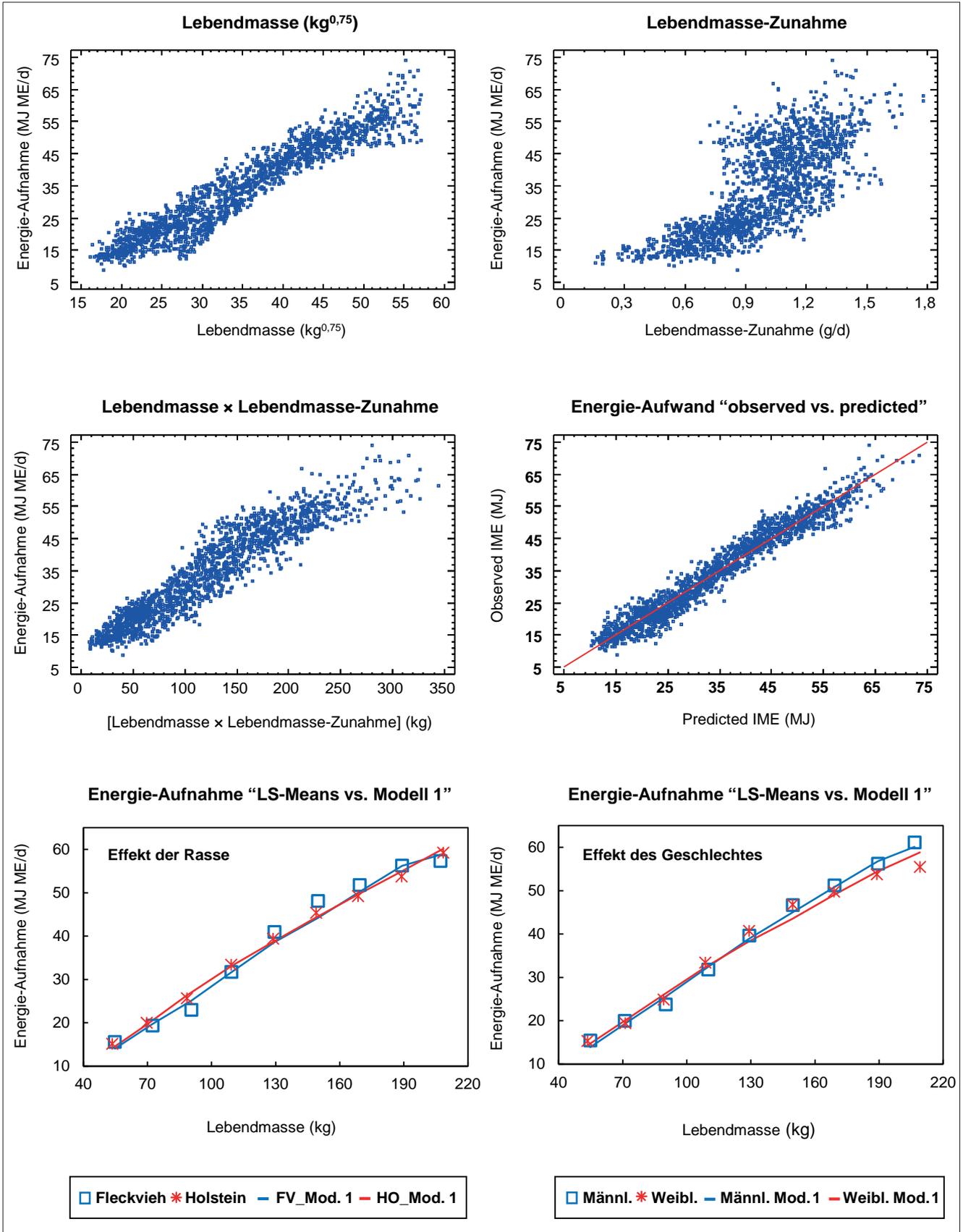


Abbildung 2: Darstellung der Ableitung des Energieaufwandes aus der Gesamt-Energieaufnahme (Formel (1))

übernimmt. Die Tatsache eines hohen Wertes des Regressionskoeffizienten für LM [$\text{kg}^{0,75}$] („Erhaltungsbedarf“) hat zur Konsequenz, dass der Regressionskoeffizient für LMZ [kg] („Leistungsbedarf“) bei einer gegebenen Energie-Aufnahme niedrig ausfallen muss. Ein weiterer Grund für den hohen Regressionskoeffizienten für LM [$\text{kg}^{0,75}$] und den niedrigen Regressionskoeffizienten für LMZ [kg] liegt in der Tatsache begründet, dass bei einer gegebenen Tierpopulation hohe Tageszunahmen offensichtlich auch durch eine entsprechende Änderung der Zusammensetzung des Zuwachses in Richtung eines geringeren Energiegehaltes erreicht werden (d. h. geringerer Fett- und höherer Fleischanteil mit höherem Wassergehalt). Dagegen sind niedrige Lebendmasse-Zunahmen in der Tendenz offensichtlich mit hohem Energiegehalt des Zuwachses verbunden. Dies zeigt sich jedenfalls in *Abbildung 3*, in welcher der Verlauf des Aufwandes an MJ ME je kg Zuwachs in Abhängigkeit von der Lebendmasse-Zunahme für die einzelnen Lebendmasse-Bereiche dargestellt ist. Daraus geht hervor, dass der Energieaufwand je kg Zuwachs mit steigender Lebendmasse, wie zu erwarten, ansteigt (und zwar von 8,9 auf 25,5 MJ ME, siehe 3.2), jedoch dieser Energieaufwand innerhalb einer Lebendmasse-Kategorie bezogen auf die Lebendmasse-Zunahme abnimmt. Diese Abnahme beträgt im Durchschnitt des vorliegenden Lebendmasse-Bereichs -4,5 MJ ME/kg Lebendmasse-Zunahme (siehe Gleichung (2)), erhöht sich jedoch mit steigender Lebendmasse (von -4,2 auf -11,1 MJ ME/kg LMZ). Allerdings ergab die Berücksichtigung der Lebendmasse-Zunahme innerhalb der Lebendmasse-Kategorien nur eine sehr geringe Verbesserung der Schätzgenauigkeit und zum Teil unplausible Werte für die fixen Effekte Rasse und Geschlecht. Daher wurde in Gleichung (2) von einem gemeinsamen (d. h. durchschnittlichen) Regressionskoeffizienten für den Effekt der Lebendmasse-Zunahme ausgegangen. Mit Gleichung (2) kann der Energiebedarf für den Zuwachs (MJ ME/kg Lebendmasse-Zunahme) ohne Erhaltungsbedarf geschätzt werden, d. h. zur Ermittlung des Gesamtbedarfes ist der Erhaltungsbedarf zu addieren (0,530 MJ ME je kg metabolischer Körpermasse (LM, $\text{kg}^{0,75}$). Dadurch wurde das Problem der Schätzung des Erhaltungsbedarfes umgangen. Mit den von der Lebendmasse abhängigen Faktoren LM, R(FV.HO) und G werden die Effekte von Lebendmasse, Rasse und Geschlecht berücksichtigt:

$$\text{IME}_{(\text{Zuwachs})} (\text{MJ/kg Zuwachs}) = 16,99 + \text{LM} + \text{R}(\text{FV.HO}) + \text{G} - 4,513 \times (\text{LMZ} - 0,979) \text{ [kg]} \quad (2)$$

$$\text{LM} = -76,46 + 15,99 \times \ln(\text{LM}), \text{ for } +9,36 < \text{LM} > -9,81$$

$$\text{R}(\text{FV}) = -6,19 + 1,224 \times \ln(\text{LM}), \text{ for } +0,32 < \text{R}(\text{FV}) > -1,37$$

$$\text{R}(\text{HO}) = 6,12 - 1,213 \times \ln(\text{LM}), \text{ for } -0,34 < \text{R}(\text{FV}) > +1,37$$

$$\text{G} = -0,29 \text{ für männlich und } +0,29 \text{ für weiblich}$$

Hinweis: für Untergruppen R × G sind die Effekte zu addieren: z. B.

$$\text{FV, männl., 150 kg LM, 800 g LMZ}$$

$$\text{FV.männl.150kgLM.800gLMZ} = 16,99 + 3,686 - 0,051 - 0,29 - 4,513 \times (0,800 - 0,979) = 21,14 \text{ MJ ME}$$

$$\text{RMSE} = 3,30 \text{ MJ (21,9 \%), } R^2 = 76,8 \%$$

Die Beziehung zwischen Energieaufwand pro kg Zuwachs und Lebendmasse-Zunahme ist sehr lose und außerdem scheinbar positiv. Dies kommt aber nur dadurch zustande, dass die höheren Tageszunahmen bei höherer Lebendmasse auftreten, die ihrerseits mit höherem Energiegehalt einhergehen. Wie in *Abbildung 3* dargestellt geht der Energiebedarf pro kg Zuwachs in Wirklichkeit mit höheren Tageszunahmen zurück. Üblicherweise wird bzw. wurde der Einfluss der Tageszunahmen auf den Energiebedarf durch Erhöhung der Energiezufuhr bei genetisch ähnlich veranlagten Tieren ermittelt. In einer solchen Fütterungssituation ist zu erwarten, dass steigende Zunahmen zu einem höheren Fettansatz und damit Energiebedarf führen. Dagegen ist im Datenmaterial der vorliegenden Untersuchung offensichtlich davon auszugehen, dass höhere Zunahmen vor allem bzw. auch durch ein höheres, genetisch veranlagtes Wachstumspotenzial der Tiere erfolgt sind. Dies führt zu einer Situation, dass mit steigenden Tageszunahmen der

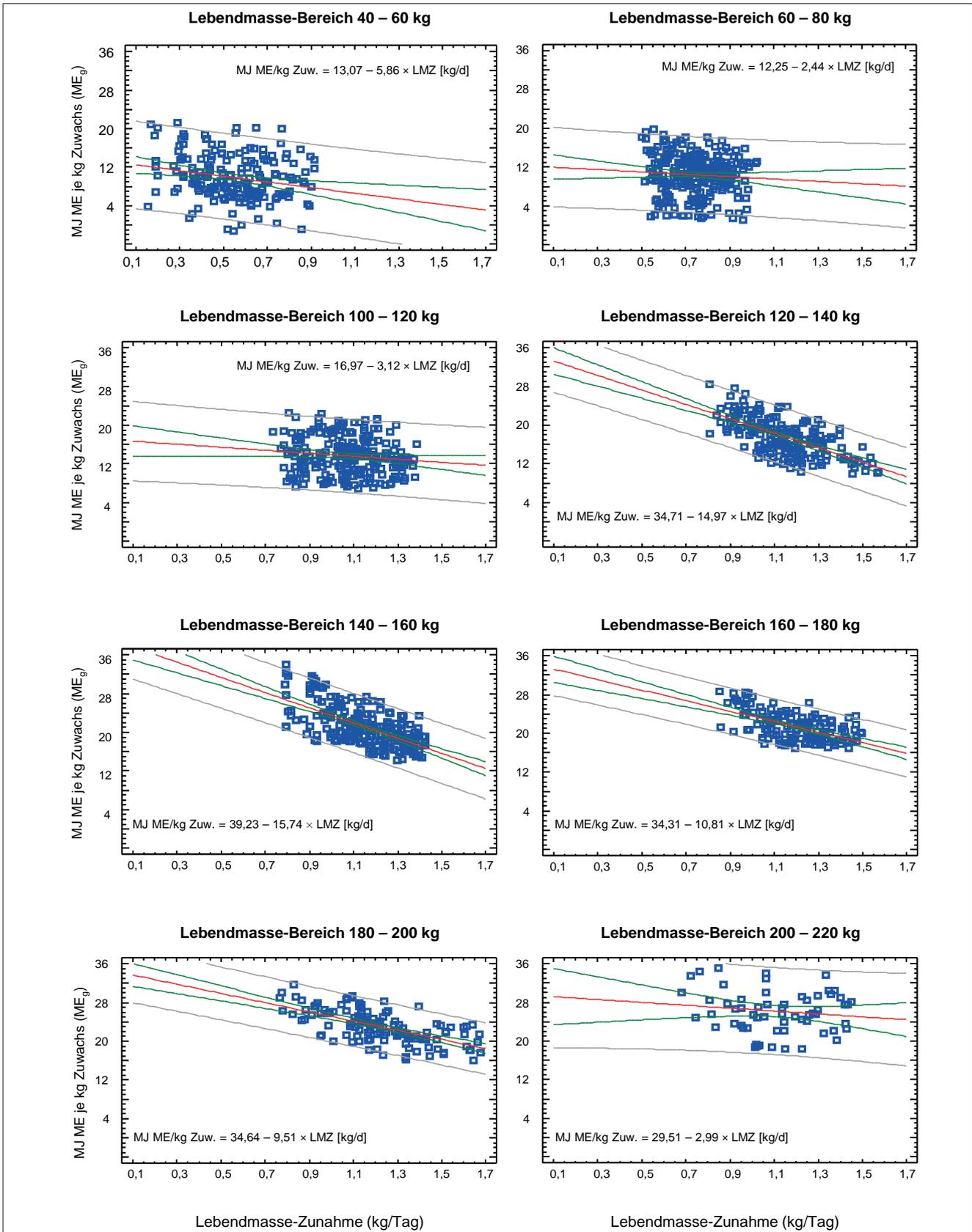


Abbildung 3: Beziehungen zwischen dem Energieaufwand pro kg Lebendmasse-Zuwachs und der Lebendmasse-Zunahme bei unterschiedlicher Lebendmasse

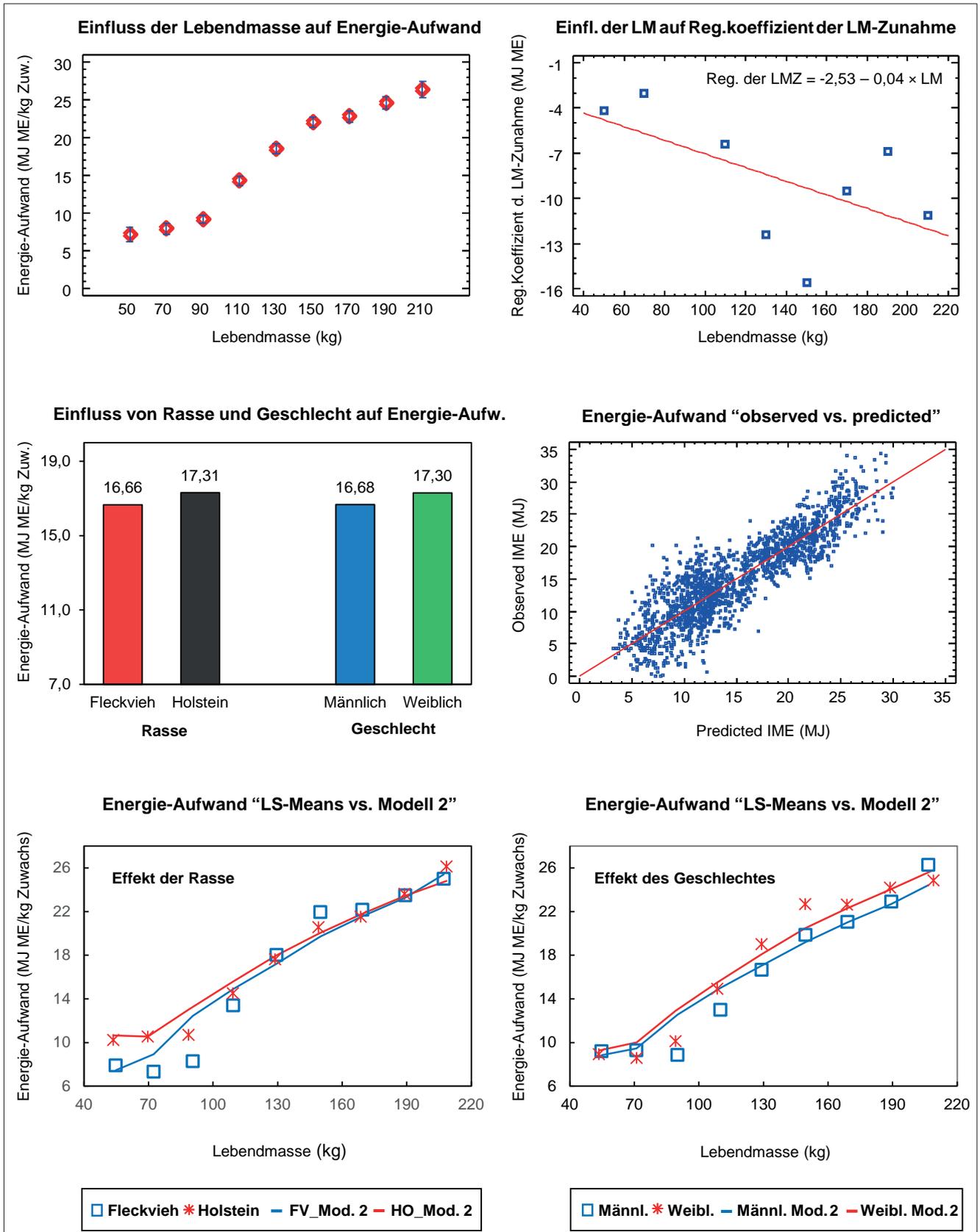


Abbildung 4: Darstellung der Ableitung des Energieaufwandes aus der Gesamt-Energieaufnahme minus Energie-Erhaltensbedarf (Formel (2))

Energiebedarf – absolut betrachtet – nur relativ gering ansteigt und – bezogen auf 1 kg Zuwachs – sogar abnimmt. Die vorliegende Situation kommt den Bedingungen in der landwirtschaftlichen Praxis nahe, wogegen unter speziellen Versuchsbedingungen zur Ermittlung des Bedarfes selbstverständlich mit Tieren möglichst homogener genetischer Veranlagung gearbeitet wird. Obwohl die Formel (2) einen höheren relativen Schätzfehler (21,9 % RMSE%) und ein geringeres Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 76,8 \%$) aufweist, ist sie der Formel (1) mit einem Schätzfehler von 3,3 gegenüber 3,2 MJ ME relativ ähnlich, wenn auch geringfügig ungenauer. Da bei dem in Formel (2) gewählten Verfahren mit dem Abzug des Erhaltungsbedarfes die Höhe der Werte deutlich (etwa um die Hälfte) vermindert wird, treten Fehler relativ stärker in Erscheinung, sind aber absolut betrachtet mehr oder weniger gleich. Insgesamt zeigt sich, dass Formel (2) den Energiebedarf im unteren Lebendmasse-Bereich überschätzt und bei höheren Lebendmassen in der Tendenz unterschätzt. Dies ist eine Folge der vorliegenden Ergebnisse mit einem etwa gleichbleibenden Bedarf in den ersten Lebendmasse-Abschnitten, welche nur schwer zu modellieren sind (Abbildung 4 unten).

3.4 Vorhersage der Futteraufnahme

Die Futter- und Energieaufnahme von Aufzucht- und Mastrindern wird – neben nutritiven Faktoren wie Kraftfutterniveau und Grobfutterqualität (d. h. von der Energiekonzentration) – vor allem von der Lebendmasse und dem Niveau der Lebendmasse-Zunahme physiologisch gesteuert (MENKE 1987, INRA 1989). Die Anwendung dieser biologischen Gesetzmäßigkeiten führte – analog zum Modell für die Ableitung des Energieaufwandes (Abschnitt 3.3) – zu einem Modell, in dem neben dem Grundmodell (Lebendmasse, Rasse, Geschlecht, Institut) die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) als tierspezifischer und das Kraftfutterniveau als nutritiver Einflussfaktor auf die Futteraufnahme herangezogen wurden. (Der Faktor Grobfutterqualität (ausgedrückt als Energiekonzentration, MJ ME/kg TM) erwies sich nicht als signifikant, da die Streuung des Datenmaterials hinsichtlich dieses Faktors zu gering war). Die Lebendmasse wurde einerseits als Regressionsvariable (d. h. als quantitativer Faktor, metabolische Lebendmasse, LM [$\text{kg}^{0,75}$]), andererseits als fixer Effekt (Lebendmasse-Klassen 50, 70, ..., 190, 210 kg) in der Analyse berücksichtigt. Wie die statistischen Parameter (R^2 und RMSE) zeigen, ist die Schätzgenauigkeit beider Formeln gleich und auf einem hohen Niveau. Mit beiden Formeln werden 97 % der Varianz der Futteraufnahme des vorliegenden Datenmaterials erklärt ($R^2 = 97,0 \%$). Auch der Schätzfehler (Root Mean Square Error) ist gleich und beträgt 0,25 kg TM bzw. 8,3 % der mittleren Futteraufnahme. Die Futteraufnahme beträgt im Mittel 2,53 % der Lebendmasse, beginnend mit 1,67 % bei 50 kg LM und ansteigend auf 2,80 % bei 150 kg LM bzw. 2,58 % bei 210 kg LM.

3.4.1 Vorhersage der Futteraufnahme

(Berücksichtigung der Lebendmasse als Regressionsvariable)

Analog zu Formel (1) wurde für die Futteraufnahme (DMI, dry matter intake, kg/d) folgende Beziehung abgeleitet:

$$\text{DMI (kg/d)} = 2,836 + R + G + 0,098 \times (\text{LM} - 34,66) [\text{kg}^{0,75}] - 0,635 \times (\text{LMZ} - 0,979) [\text{kg}] + 0,007 \times ((\text{LM} \times \text{LMZ}) - 121,6) [\text{kg}] + 0,408 \times (\text{KF} - 1,567) [\text{kg TM}] \quad (3)$$

R = -0,065 für Fleckvieh und +0,065 für Holstein

G = -0,032 für männlich und +0,032 für weiblich

RMSE = 0,25 kg TM (8,3 %), $R^2 = 97,0 \%$

Hinweis: für Untergruppen R × G sind die Effekte zu addieren: z. B.

FVm = -0,065 + -0,032 = -0,097

FVmännl = -0,097, FVweibl = -0,033, HOMännl = +0,033, HOweibl = +0,097

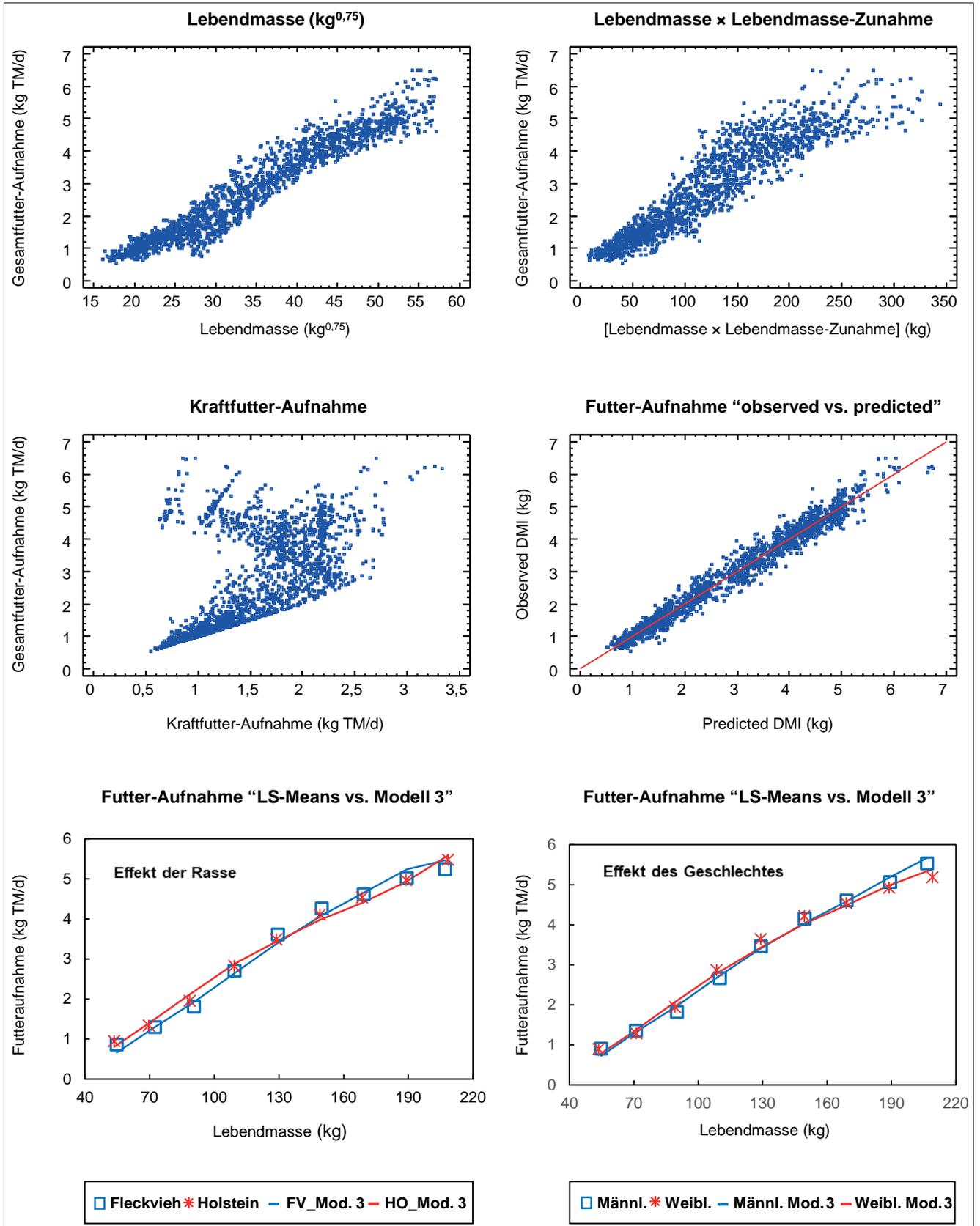


Abbildung 5: Darstellung der Ableitung der Futteraufnahme-Vorhersage (Berücksichtigung der Lebendmasse als Regressionsvariable, Formel (3))

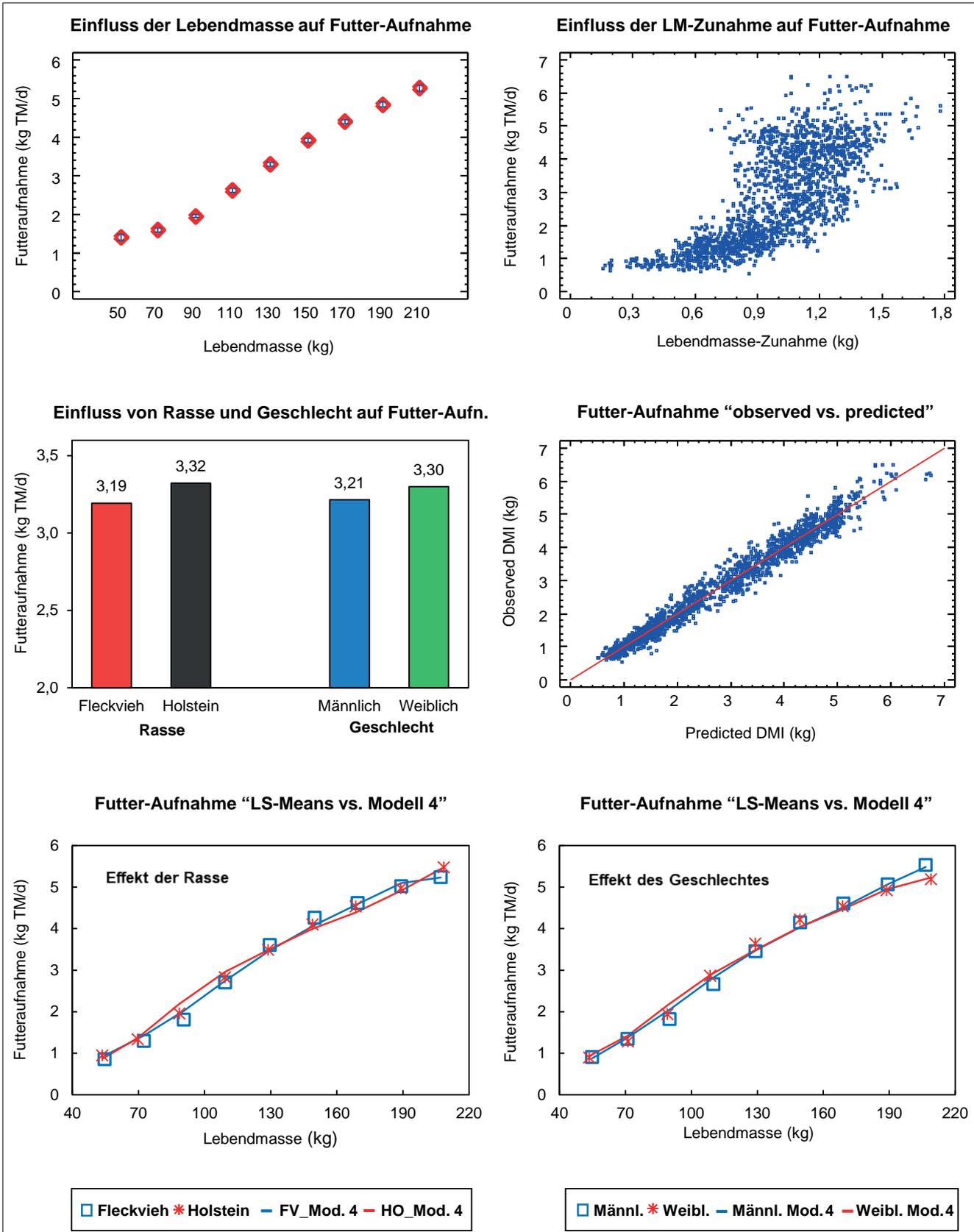


Abbildung 6: Darstellung der Ableitung der Futteraufnahme-Vorhersage (Berücksichtigung der Lebendmasse als fixer Effekt, (Formel (4)))

Einige Zusammenhänge sind in *Abbildung 5* dargestellt. Wie auch bei der Energieaufnahme bestehen zwischen Futteraufnahme und Lebendmasse sowie dem Produkt [Lebendmasse × Lebendmasse-Zunahme] recht enge Beziehungen; nicht jedoch zur Lebendmasse-Zunahme selbst (nicht dargestellt; siehe *Abbildung 2*). Auch die Gegenüberstellung „Observed vs. Predicted“ zeigt, dass die Futteraufnahme mit dem vorliegenden Modell (Formel (3)) relativ genau geschätzt werden kann. Dies geht auch aus den beiden Darstellungen *Abbildung 5* unten hervor, in denen die tatsächliche Futteraufnahme der Rassen (FV vs. HO) sowie der Geschlechter (männlich vs. weiblich) in Form von Punkten und die geschätzte Futteraufnahme in Form von Linien über den gesamten Lebendmasse-Bereich angeführt sind. Auch aus dieser Darstellung ist die gute Anpassung der Gleichung an die tatsächlichen Werte sichtbar.

3.4.2 Vorhersage der Futteraufnahme (Berücksichtigung der Lebendmasse als fixer Effekt)

Die Formel (4) unterscheidet sich methodisch dadurch, dass der Einfluss der Lebendmasse auf die Futteraufnahme aus den Werten der einzelnen Lebendmasse-Klassen abgeleitet wurde (siehe *Abbildung 6* oben) und über eine eigene Subgleichung berechnet wird. Ebenso wird der Effekt von Rasse und Geschlecht auf die Futteraufnahme in Abhängigkeit von der Lebendmasse durch eigene Gleichungen berücksichtigt und additiv in der Hauptgleichung ermittelt. Wie bereits angesprochen, weist die Gleichung (4) die gleich hohe Schätzgenauigkeit auf wie Gleichung (3), mit dem leichten Vorteil, dass die Effekte für Rasse und Geschlecht nicht konstant sind wie in Gleichung (3), sondern abhängig von der Lebendmasse. Dadurch ergibt sich eine leicht bessere Anpassung an den beiden Endpunkten des Lebendmasse-Bereiches, d. h. bei sehr niedriger und auch hoher Lebendmasse (siehe *Abbildung 6* unten). Allerdings ist der Einfluss von Rasse und Geschlecht – obwohl signifikant – mit einem Wert von etwa 0,13 bzw. 0,09 kg TM eher gering (siehe *Abbildung 6* Mitte).

In den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtälbern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) werden keine Angaben zur Futteraufnahme gemacht.

$$\begin{aligned}
 \text{DMI (kg/d)} &= 3,257 + \text{LM} + \text{R(FV.HO)} + \text{G(M.W)} + 0,448 \times (\text{LMZ} - 0,979) [\text{kg}] + \\
 & 0,460 \times (\text{KF} - 1,567) [\text{kg TM}] \quad (4) \\
 \text{LM} &= -3,50 + 0,0270 \times \text{LM}, \text{ for } +2,02 < \text{LM} > -1,85 \\
 \text{R(FV)} &= 0,0775 - 0,00111 \times \text{LM} \\
 \text{R(HO)} &= -0,0689 + 0,00102 \times \text{LM} \\
 \text{G(M)} &= 0,0004 - 0,00035 \times \text{LM} \\
 \text{G(W)} &= 0,0021 + 0,00030 \times \text{LM} \\
 \text{RMSE} &= 0,25 \text{ kg TM (8,3 \%), } R^2 = 97,0 \% \\
 \text{Hinweis:} & \text{ für Untergruppen R} \times \text{G sind die Effekte zu addieren: z. B.} \\
 & \text{FV, männl., 150 kg LM, 800 g LMZ, 2,0 kg KF(TM)} \\
 & \text{FV.männl.150kgLM.800gLMZ.2kgKF} = 3,257 + 0,544 - 0,090 - 0,051 + \\
 & 0,448 \times (0,800 - 0,979) + 0,460 \times (2,000 - 1,567) = 3,779 \text{ kg TM}
 \end{aligned}$$

Die Auswertungen zeigen, dass mit dem vorliegenden Datenmaterial Futteraufnahme und Energieaufwand von Jungtieren mit zufriedenstellender Genauigkeit abgeschätzt werden können. Dabei werden auch Effekte von Rasse (Fleckvieh, Holstein) und Geschlecht (männlich, weiblich) berücksichtigt. Ein direkter Vergleich mit den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtälbern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) ist nicht möglich, da der Bereich der Lebendmasse-Zunahme in dieser Quelle mit 400 bis 800 g/Tag deutlich niedriger ist als im vorliegenden Datenmaterial.

4. Literatur

ALPS, H. und G. AVERDUNK, 1984: Ein Beitrag zur Frage der Abhängigkeit von Merkmalen der Milchleistung und der Fleischleistung beim Fleckvieh. *J. Anim. Breed. Genet.* 101, 350-358.

BLAXTER, K., 1989: *Energy Metabolism in Animals and Man*. Cambridge University Press, 336 S.

BRS (Bundesverband Rind und Schwein), 2020: *Rinder- und Schweineproduktion in Deutschland 2019*. Herausgeber: Bundesverband Rind und Schwein e.V. Adenauerallee 174, 53113 Bonn.

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) – Ausschuss für Bedarfsnormen, 1995: *Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 85 S.

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) – Ausschuss für Bedarfsnormen, 1997: *Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern*. *Proc. Soc. Nutr. Nutr.* 6 (1997), 201-215.

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.

GRUBER, L. und M. LEDINEK, 2017: *Effizienz der Milcherzeugung in Abhängigkeit von Genotyp und Lebendmasse*. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 23-39.

HAIGER, A., 2005: *Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen*. Öst. Agrarverlag, A-2333 Leopoldsdorf, ISBN 3-7040-2073-7, 144 S.

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: *Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables* (Ed. R. Jarrige). John Libbey Eurotext London-Paris-Rome. 389 S.

KIRCHGESSNER, M., F.J. SCHWARZ, W. REIMANN, U. HEINDL und R. OTTO, 1994: *Untersuchungen zum Energie- und Nährstoffansatz sowie zur Verwertung der Energie für das Wachstum bei Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh*. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 71, 208-222.

MENKE, K.H., 1987: *Richtzahlen für die praktische Fütterung*. In: *Tierernährung und Futtermittelkunde* (K.H. Menke und W. Huss), 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 115f.

PIRCHNER, F., 1979: *Genetischer Antagonismus bei Rindern*. *Züchtungskunde* 51, 423-433.

SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER und U. HEINDL, 1995: *Zum Energiebedarf wachsender Bullen, Färsen und Ochsen der Rasse Deutsches Fleckvieh*. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 73, 27-37.

ST-PIERRE, N.R., 2001: *Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model technology*. *J. Dairy Sci.* 84, 741-755.

Statgraphics Centurion 19, 2020: *Statistical Analysis and Data Visualization Software*.

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*. *Züchtungskde.* 74, 104-120.

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. Züchtungskde. 79, 128-141.

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.

ZuchtData, 2020: ZuchtData Jahresbericht 2019. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH (Egger-Danner et al.), 78 S.

Tabelle A1: Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen in der TM (Mittelwert und Streuungsparameter)

| Inhaltsstoffe | Statist. Parameter | Heu (n = 128) | Grassilage (n = 94) | Luzernesilage (n = 32) | Maissilage (n = 171) | Stroh (n = 30) | Kraftfutter (n = 220) | Milch MAT (n = 79) |
|---------------|--------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| XP (g) | Mittelwert | 125 | 160 | 193 | 77 | 42 | 217 | 244 |
| | Stabw | 23 | 18 | 26 | 7 | 5 | 62 | 24 |
| | Minimum | 77 | 116 | 143 | 57 | 25 | 81 | 184 |
| | Maximum | 183 | 202 | 241 | 90 | 46 | 534 | 299 |
| XL (g) | Mittelwert | 21 | 38 | 28 | 33 | 13 | 34 | 242 |
| | Stabw | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 12 | 76 |
| | Minimum | 9 | 27 | 15 | 23 | 5 | 2 | 66 |
| | Maximum | 39 | 56 | 33 | 39 | 18 | 71 | 335 |
| XF (g) | Mittelwert | 294 | 257 | 296 | 195 | 461 | 74 | 9 |
| | Stabw | 30 | 26 | 33 | 33 | 29 | 36 | 3 |
| | Minimum | 240 | 190 | 236 | 127 | 390 | 18 | 0 |
| | Maximum | 397 | 352 | 376 | 294 | 500 | 202 | 11 |
| XA (g) | Mittelwert | 71 | 102 | 96 | 35 | 56 | 70 | 76 |
| | Stabw | 15 | 20 | 13 | 7 | 15 | 24 | 14 |
| | Minimum | 40 | 62 | 82 | 20 | 35 | 19 | 54 |
| | Maximum | 114 | 164 | 130 | 54 | 79 | 131 | 100 |
| CHO (g) | Mittelwert | 784 | 700 | 682 | 854 | 889 | 679 | 438 |
| | Stabw | 33 | 26 | 34 | 11 | 15 | 79 | 84 |
| | Minimum | 694 | 635 | 621 | 829 | 865 | 362 | 361 |
| | Maximum | 848 | 751 | 759 | 887 | 932 | 859 | 659 |
| NDF (g) | Mittelwert | 551 | 487 | 437 | 415 | 823 | 222 | 11 |
| | Stabw | 48 | 42 | 52 | 55 | 16 | 72 | 0 |
| | Minimum | 454 | 378 | 330 | 300 | 734 | 104 | 0 |
| | Maximum | 682 | 599 | 522 | 557 | 837 | 517 | 2 |
| ADF (g) | Mittelwert | 326 | 299 | 348 | 217 | 494 | 102 | 9 |
| | Stabw | 30 | 29 | 42 | 36 | 16 | 51 | 0 |
| | Minimum | 270 | 235 | 245 | 132 | 456 | 37 | 0 |
| | Maximum | 408 | 374 | 428 | 320 | 546 | 241 | 2 |
| NFC (g) | Mittelwert | 233 | 213 | 246 | 440 | 66 | 457 | 427 |
| | Stabw | 38 | 34 | 29 | 61 | 15 | 115 | 84 |
| | Minimum | 126 | 146 | 223 | 281 | 63 | 124 | 361 |
| | Maximum | 304 | 328 | 324 | 560 | 131 | 717 | 659 |
| nXP (g) | Mittelwert | 124 | 133 | 135 | 133 | 75 | 190 | 170 |
| | Stabw | 8 | 6 | 7 | 4 | 3 | 21 | 9 |
| | Minimum | 103 | 114 | 119 | 120 | 67 | 140 | 155 |
| | Maximum | 142 | 147 | 144 | 140 | 78 | 301 | 223 |
| ME (MJ) | Mittelwert | 9,27 | 9,91 | 8,99 | 11,02 | 6,44 | 12,45 | 17,63 |
| | Stabw | 0,50 | 0,42 | 0,41 | 0,33 | 0,10 | 0,49 | 1,53 |
| | Minimum | 7,47 | 8,68 | 7,96 | 9,84 | 6,25 | 11,34 | 13,90 |
| | Maximum | 10,42 | 11,05 | 9,92 | 11,73 | 6,62 | 13,79 | 21,00 |

Heimische Kälbermast im Fokus – Ergebnisse eines Praxisversuches aus Salzburg

National veal production: Results of a field study in Salzburg

Marlene Berger^{1*}

Zusammenfassung

Seit Jahren sinkt die Anzahl an geschlachteten Kälbern in Österreich kontinuierlich, während im Gegenzug die Kalbfleischimporte steigen. Ein geringer Selbstversorgungsgrad bei Kalbfleisch von 35 % sowie das wachsende Interesse der Bevölkerung an den Themen Kälberexporte, Tiertransporte, Tierwohl und Umweltschutz fordern Initiativen für einen höheren Kälberabsatz im Inland. In Salzburg wurde in einem Praxisversuch, an dem 28 Betriebe teilnahmen, die heimische Kälbermast beleuchtet. Es zeigte sich, dass auch milchbetonte Kälber und Kälber von Milchviehrassen für die Mast geeignet sind. Für hohe Tageszunahmen sind das Betriebsmanagement, die Fütterung bzw. die verfütterten Milchmengen und die Gesundheit der Kälber ausschlaggebende Kriterien. Um eine gute Schlachtkörperqualität hinsichtlich Handelsklasse und Fettklasse sicher zu stellen, sind hohe Nettotageszunahmen bedeutend. In Salzburg wurde zusätzlich zu den bereits bestehenden Qualitätsfleischprogrammen für Kalbfleisch ein Absatzprojekt für „leichte Milchmastkälber“ gestartet, wodurch eine Absatzchance für jüngere Kälber etabliert wird.

Schlagwörter: Mastkalb, Kalbfleisch, Milch, Schlachtleistung, Schlachtkörperklassifizierung, Schlachalter

Summary

For years the number of slaughtered calves in Austria is decreasing continuously, while in return the veal imports are increasing. A low self-sufficiency for veal of 35 % as well as the increasing social interest on issues such as calf exports, animal transports, animal welfare and environmental protection require initiatives for a higher national sale of veal. In a practical study in Salzburg, in which 28 farms participated, calf fattening was considered. Results show that calves of dairy breeds and calves of high milking dual-purpose breeds are also appropriate for veal production. Farm management, feeding, the amount of fed milk and the health of the calves are decisively influence factors for high daily gains. To ensure a convincing carcass quality (carcasses conformation and fat level) high daily gains are important. In Salzburg there started an additional distribution project for calves with a lower weight.

Keywords: calf fattening, veal, milk, slaughter performance, conformation und fatness class, slaughter age

¹ Landwirtschaftskammer Salzburg, Mayerhoferstrasse 8, A-5751 Maishofen

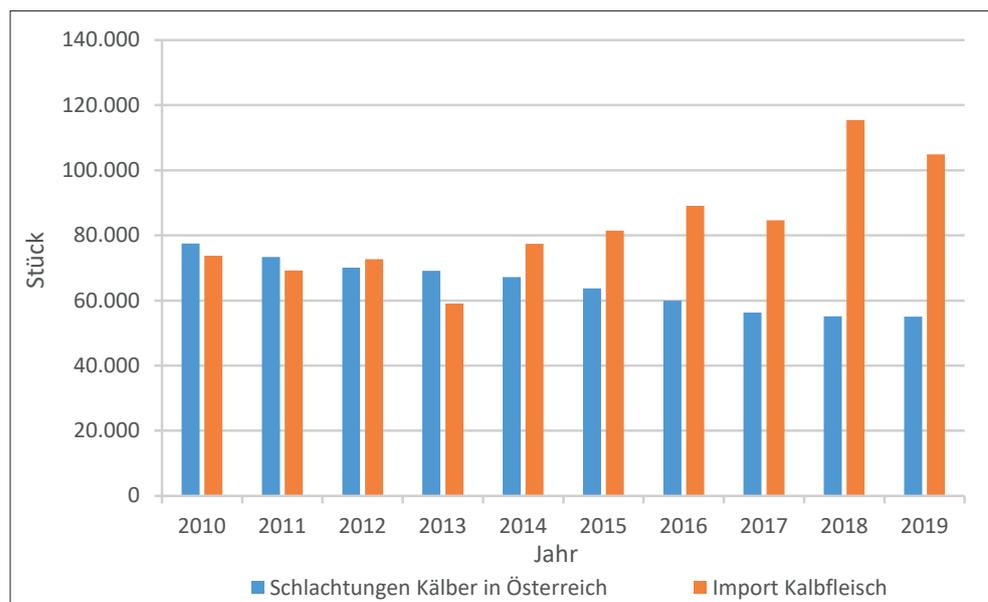
* Ansprechpartner: Marlene Berger, BSc, email: marlene.berger@lk-salzburg.at

Einleitung und Zielsetzung

Seit 2010 sinkt die Anzahl an geschlachteten Kälbern in Österreich kontinuierlich. Während 2010 noch 77.474 Kälber geschlachtet wurden, waren es 2019 nur mehr 55.054 (Abbildung 1), (AMA 2021). Aktuell liegt der Selbstversorgungsgrad von Kalbfleisch bei 35 %. 2019 wurde Kalbfleisch im Ausmaß von fast 105.000 Kälbern aus dem Ausland importiert (BA FÜR AGRARWIRTSCHAFT UND BERGBAUERNFRAGEN 2021). Die Gründe dafür liegen vor allem in der Schwierigkeit in der Vermarktung – österreichisches Kalbfleisch kann nicht zum ausländischen Preis sowie in der hellen, fast weißen Farbe und der einheitlichen Größe der Teilstücke produziert werden. Österreichweit werden Initiativen gestartet, um die heimische Kalbfleischproduktion wieder zu forcieren und die Exportzahlen von Kälbern und somit Tiertransporte zu minimieren. In Österreich ist vor allem die Mast von Milchmastkälbern mit einem Schlachtgewicht_{kalt} von 80 bis 110 kg gängig. Das Lebendgewicht beträgt bei Schlachtreife 150 bis 190 kg (RINDERZUCHT SALZBURG 2020). Die Produktionskriterien erfordern bei Bio-Kälbern ein Schlachtalter von unter vier Monaten, bei konventionellen Kälbern und AMA-Gütesiegel-Kälbern ein Schlachtalter unter fünf Monaten. In Salzburg wurde ein Projekt „Vollmilchkälbermast zur Kalbfleischproduktion in Salzburg“ durchgeführt, um die heimische Kalbfleischproduktion sowie deren Qualität genauer zu betrachten. Bei diesem Projekt wurde die gängige Vollmilchkälbermast mit dem Zielgewicht 80 bis 110 kg Schlachtgewicht und einem Schlachtalter unter vier Monaten betrachtet. Vorrangiges Ziel dieses Praxisversuches war die Problematik in der Kalbfleischproduktion und deren Vermarktung zu beleuchten sowie Erkenntnisse für gezielte Beratung zu erhalten. Das Projekt wurde durch die wissenschaftlich beratende Mitarbeit von Dr. Margit Velik, HBLFA Raumberg-Gumpenstein begleitet.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen wurde in Salzburg darüber hinaus ein Projekt mit „leichten“ Milchmastkälbern umgesetzt, bei denen das Ziel-Schlachtgewicht_{kalt} mit 55 bis 75 kg definiert ist. Die Milchmastkälber müssen bei der Schlachtung unter drei Monate alt sein. In der vorliegenden Arbeit wurden Schlachthofdaten von „normalen“ Milchmastkälbern und den „leichten“ Milchmastkälbern ausgewertet. Die Schlachthofdaten stammen vom Schlachtbetrieb Franz Ablinger & Co Fleischhauereibetrieb GmbH in 5110 Oberndorf. Die Daten liefern Schlachtleistungsergebnisse und Mastkennzahlen von „normalen“ Milchmastkälbern sowie „leichten“ Milchmastkälbern unter Berücksichtigung der eingesetzten Rassen bzw. Kreuzungen.

Abbildung 1: Schlachtzahlen Kälber in Österreich vs. Import Kalbfleisch in Stück (eigene Tabelle mit Zahlen von Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen 2021, AMA 2021)



„Normale“ Vollmilchmastkälber

Datengrundlage

Als Datengrundlage für die Auswertung der „normalen“ Milchmastkälber dienen die Schlachtergebnisse von 142 Kälbern. Die Kälber wurden im Zeitraum November 2019 bis März 2020 bei dem Schlachtbetrieb Franz Ablinger & Co Fleischhauereibetrieb GmbH geschlachtet. Die Kälber stammten von 28 Betrieben, die an dem Projekt „Vollmilch-kälbermast zur Kalbfleischproduktion in Salzburg“ teilnahmen. Die Betriebe führten im Laufe des Projektes Aufzeichnungen über Mastverfahren, Fütterung, Management und Haltung sowie Gesundheit der Kälber. Hinsichtlich Betriebsgröße gab es eine breite Streuung – Betriebe mit 5 bis 120 Milchkühen nahmen am Projekt teil. Die durchschnittliche Betriebsgröße der Betriebe lag bei 27 Milchkühen. Von den teilnehmenden Betrieben hielten 14 Betriebe als Hauptrasse Fleckvieh, acht Betriebe die Hauptrasse Pinzgauer und sechs Betriebe als Hauptrasse eine Milchviehrasse (Holstein, Braunvieh). Die Hauptrassen wurden zum Teil mit einer Fleischrinderrasse oder Red Holstein gekreuzt. Die Kälber wurden mit Vollmilch, Heu oder Stroh als Raufutter und teilweise Kraftfutter auf ein Schlachtgewicht kalt von mindestens 80 kg gemästet. 90 % der Kälber wurden herkömmlich mit zweimal-täglicher bzw. dreimal-täglicher Tränke mit einem Eimer getränkt. Drei Betriebe fütterten die Kälber mit einer *ad libitum*-Tränke. 24 der 28 Betriebe tränkten die Kälber mit warmer, süßer Vollmilch, vier Betriebe fütterten die Kälber mit einer Sauertränke. Um die Mastleistung der Kälber zu erfassen, erfolgte vor der Schlachtung in der Sammelstelle der Erzeugergemeinschaft Salzburger Rind GmbH die Ermittlung der Mastendgewichte durch Wiegung.

Ergebnisse und Diskussion

Verteilung der Kälber

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Tiere, die Rassenverteilung sowie die Mast- und Schlachtleistungsergebnisse. Die Angaben zu Rassen bzw. Rassenanteilen wurden aus der RDV-Rinderdatenbank übernommen. 84 % der Kälber wurden direkt am Hof, wo sie geboren sind, gemästet. 122 Kälber waren männlich, 20 Kälber weiblich. Weibliche und männliche Kälber wurden bei der Auswertung nicht unterschieden, da die Geschlechtsunterschiede in den ersten vier Monaten noch weniger stark ausgeprägt sind.

Tabelle 1: Schlachtleistung der „normalen“ Vollmilchmastkälber

| | Rassen / Kreuzungen | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|----------|
| | Ø | FV | FVxRH | PI | PIxRH | HF; BV | WBx | FLRx | Sonst.R. |
| Kälber, Anzahl | 142 | 43 | 18 | 21 | 14 | 19; 2 | 17 | 4 | 4 |
| Kälber, %-Satz | | 30,3 | 12,7 | 14,8 | 9,8 | 14,8 | 12,0 | 2,8 | 2,8 |
| Mastendgewicht, kg | 165,9 | 161,2 | 174,4 | 162,6 | 156,5 | 184,5 | 155,8 | 179,3 | 159,3 |
| Schlachtalter, Tage | 106,2 | 101,8 | 114,2 | 104,1 | 104,7 | 114,5 | 99,5 | 118,3 | 108,3 |
| Tageszunahme ¹ , g | 1.180 | 1.188 | 1.162 | 1.175 | 1.126 | 1.253 | 1.161 | 1.154 | 1.105 |
| Schlachtkörpergewicht _{kalt} , kg | 92,7 | 90,2 | 96,9 | 90,3 | 86,9 | 100,5 | 91,6 | 104,2 | 87,9 |
| Ausschlachtung _{kalt} ² , % | 56,0 | 55,9 | 55,5 | 55,6 | 55,6 | 54,5 | 58,8 | 58,4 | 55,0 |
| Nettotageszunahme _{kalt} ³ , g | 887 | 901 | 853 | 883 | 853 | 883 | 942 | 883 | 829 |
| EUROP-Fleischklasse, E=5... P=1 | 2,85 | 3,09 | 2,61 | 2,86 | 2,43 | 2,14 | 3,47 | 3,50 | 3,00 |
| Fettklasse, 1=mager... 5=fett | 2,04 | 2,00 | 1,89 | 2,14 | 2,07 | 2,19 | 2,00 | 2,25 | 1,75 |

*Abkürzungen: FV=Fleckvieh, RH= Red Holstein, PI=Pinzgauer, HF=Holstein, BV=Braunvieh, WBx=Weißblaue Belgier-Kreuzungen, FLRx=Kreuzungen mit Fleischrinderrassen wie Pustertaler, Piemonteser, Sonst. R.=Sonstige Rassen und Kreuzungen wie Grauvieh, Fleckvieh x Pinzgauer, Fleckvieh x Jersey

¹Tageszunahmen=(Mastendgewicht-42 kg)/Schlachtalter*1.000

²Ausschlachtung=Schlachtgewicht_{kalt}/Lebendgewicht*100

³Nettotageszunahme=Schlachtgewicht_{kalt}/Schlachtalter*1.000

Schlachtleistung „normale“ Kälbermast

Hinsichtlich Schlachtgewicht, Alter bei der Schlachtung, Handelsklasse und Fettklasse erfüllten 71 % die Produktionsanforderungen. Bei dem Kriterium Fleischfarbe erfüllten 56 % die Anforderungen (Fleischfarbe ≤ 4). Das durchschnittliche Lebendgewicht lag bei 165 kg, die durchschnittliche Ausschachtung wurde mit 56 % gemessen. Die Schlachtkälber erreichten ein durchschnittliches Schlachtgewicht_{kalt} von 93 kg. Das durchschnittliche Schlachtalter lag bei 106 Tage. 85 % der Kälber (120 Kälber) hatten ein Schlachtgewicht_{kalt} zwischen 80 und 120 kg, 13 % (18 Kälber) lagen im Bereich 70 kg bis 80 kg Schlachtgewicht_{kalt}. 82 % (117 Kälber) erreichten das gewünschte Schlachtgewicht mit einem Schlachtalter unter 120 Tage.

Die Einstufung der Handelsklasse erfolgte nach dem EUROP-System (E=5, P=1). 22 Kälber (15 %) wurden in die Handelsklasse U eingestuft, 79 Kälber (56 %) in die Handelsklasse R, 38 Kälber (27 %) in die Handelsklasse O und 3 Kälber (2 %) in die Handelsklasse P. Bei der Handelsklasse ergaben sich zwischen den Rassen teilweise signifikante Unterschiede. Fleischrassekreuzungen erreichten im Vergleich zu Kälbern einer Milchviehrasse und Kreuzungen mit Red Holstein bessere Klassifizierungsergebnisse bei der Fleischigkeit. Bei dem Parameter Fettklasse wurden 20 Kälber (14 %) mit Fettklasse 1 klassifiziert. Ein Kalb wurde in die Fettklasse 4, 85 % (121 Kälber) wurden in die gewünschten Fettklassen 2 und 3 eingestuft.

Fleischfarbe

Die subjektive Beurteilung der Kalbfleischfarbe erfolgt in Österreich nach der Schlachtung anhand einer 8-teiligen Farbkarte am Brustanschnitt (*M. rectus abdominis*). In den derzeit in Österreich vorhandenen Kalbfleisch-Markenfleischprogrammen gilt eine Fleischfarbe von 5 und darüber als zu dunkel. Bei der Fleischfarbe erreichten 80 Kälber (56 %) eine helle Fleischfarbe (Fleischfarbe 1 bis 4). 23 Kälber (17 %) wurden in die Kategorie 5 eingestuft, 27 % der Kälber wurden den Kategorien 6, 7, 8 zugeordnet und wiesen somit eine zu dunkle Fleischfarbe auf. Die Farbausprägung des Fleisches wird von der Versorgung der Kälber mit Eisen beeinflusst. Eine hohe Eisenaufnahme und ein hoher Blut-Hämoglobin-Gehalt machen Kalbfleisch dunkler. Eine ausreichende Eisenversorgung ist für die Gesundheit der Kälber aber bedeutend, bei Eisenmangel kommt es zu einer Anämie und die Kälber sind krankheitsanfälliger. Heu und Grassilage weisen sehr hohe, Stroh hohe, Kraftfutter mittlere und Vollmilch geringe Eisengehalte auf (STEINWIDDER et al. 2006, KIRCHGESSNER et al. 2014). Hinsichtlich des Fütterungseinflusses und der Fleischfarbe konnte in dieser Auswertung kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Ein höheres Lebendgewicht führte tendenziell zu einer dunkleren Fleischfarbe.

Tageszunahmen, Nettotageszunahmen

Die Schlachtkälber erreichten durchschnittliche Tageszunahmen von 1.180 g. Die Tageszunahmen zeigten eine breite Streuung von 659 g bis 1.862 g. Die durchschnittlichen Nettotageszunahmen lagen bei 887 g. Die Streuung reichte bei den Nettotageszunahmen von 583 g bis 1.413 g. Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen in den Parametern Nettotageszunahmen und Tageszunahmen. Hohe Nettotageszunahmen wurden durch eine hohe Milchmenge pro Tag erreicht und korrelierten positiv mit einer besseren Handelsklasse. Bei den Nettotageszunahmen sowie Tageszunahmen erreichten zugekaufte Kälber mit 782 g bzw. 1.033 g niedrigere Zunahmen als Kälber aus eigener Nachzucht (904 bzw. 1.208 g). Dies könnte durch den Betriebswechsel der Kälber begründet sein. Im Alter von circa zwei bis drei Wochen, wo die Betriebsumstellung erfolgt, befinden sich die Kälber oftmals in einer heiklen Phase. Die passive Immunabwehr, die die Kälber mit der Kolostrumgabe (Immunglobuline) erhalten, nimmt ab und die aktive Immunabwehr muss sich erst entwickeln (KIRCHGESSNER et al. 2014). Die Tageszunahmen bei den Betrieben waren unterschiedlich, das obere Viertel der Betriebe hatte 1.362 g, das untere Viertel 1.043 g. Im Vergleich dazu erreichten

bei einem Versuch in Raumberg-Gumpenstein Kälber bei einer Vollmilchtränke mittlere Tageszunahmen von 1.150 g (STEINWIDDER et al. 2007).

Für folgende Auswertungen gelten aufgrund der Vergleichbarkeit als Datengrundlage die Kälber, die direkt am Geburtsbetrieb gemästet wurden, da in diesen Fällen Aufzeichnungen vom ersten Tag an vorhanden waren (109 Kälber).

Die Kälber wurden im Durchschnitt mit 1.218 kg Vollmilch über 102 Tage gefüttert. Pro Tag wurden durchschnittlich 11,9 kg Milch verfüttert. In der *Abbildung 2* ist die Steigerung der Milchmenge im Laufe des Alters ersichtlich. In der ersten Lebenswoche wurden durchschnittlich 7,5 kg Milch pro Tag verfüttert, diese Menge wurde bis zur 16. Lebenswoche auf 14,8 kg Milch pro Tag gesteigert. Je höher die Milchmenge pro Tag, desto höher sind die Tageszunahmen und das gewünschte Lebend- bzw. Schlachtgewicht wird zeitiger erreicht. Eine kürzere Mastdauer führt in Summe zu niedrigeren Milchmengen, die aufgewendet werden müssen, da ein gewisser Teil der zugeführten Energie täglich auch für den Erhaltungsbedarf des Kalbes dient. Höhere Milchmengenaufnahmen in den ersten Lebenswochen können mit einer *ad libitum*-Tränke erreicht werden. Nach SEEBACHER et al. (2016) nehmen Kälber bei einer *ad libitum*-Sauertränke in den ersten drei Lebenswochen bis zu 11 Liter Milch pro Tag auf. Pro kg Lebendgewichtszunahme wurden durchschnittlich 10 kg Milch aufgewendet. STEINWIDDER et al. (2006) nennen 9 bis 12 Liter Milch pro kg Lebendgewichtszunahme. STEINWIDDER et al. (2007) fanden heraus, dass Kälber bei Vollmilchtränke 11,75 kg Milch FM pro kg Lebendgewichtszuwachs benötigen.

Die tierindividuelle Erfassung der genauen Heu- sowie Strohaufnahmemengen erwies sich in der Praxis auf den Betrieben als nicht möglich und somit konnten hinsichtlich Heufütterung keine Rückschlüsse gezogen werden. Die erste Tierhaltungsverordnung schreibt vor, dass Kälbern ab Beginn der zweiten Lebenswoche Raufutter (Heu, Stroh) gefüttert werden muss. Die Mindestmenge für acht Wochen alte Kälber beträgt 50 g, für 20 Wochen alte Kälber 250 g.

Zwei Drittel der Kälber erhielten zusätzlich im Durchschnitt 15 kg Kraftfutter. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Fleischfarbe und Kraftfuttergabe konnte nicht festgestellt werden. In der Fütterung von Kraftfutter ist Körnermais aufgrund seines niedrigen Eisengehaltes gut geeignet. Bei einem Vollmilchkälbermastversuch in Raumberg-Gumpenstein wurden bei Vollmilchtränke im Durchschnitt 30,6 kg Kraftfutter an die Kälber verfüttert. In der Kälbermast sollte ein energiebetontes Kraftfutter (Mais,

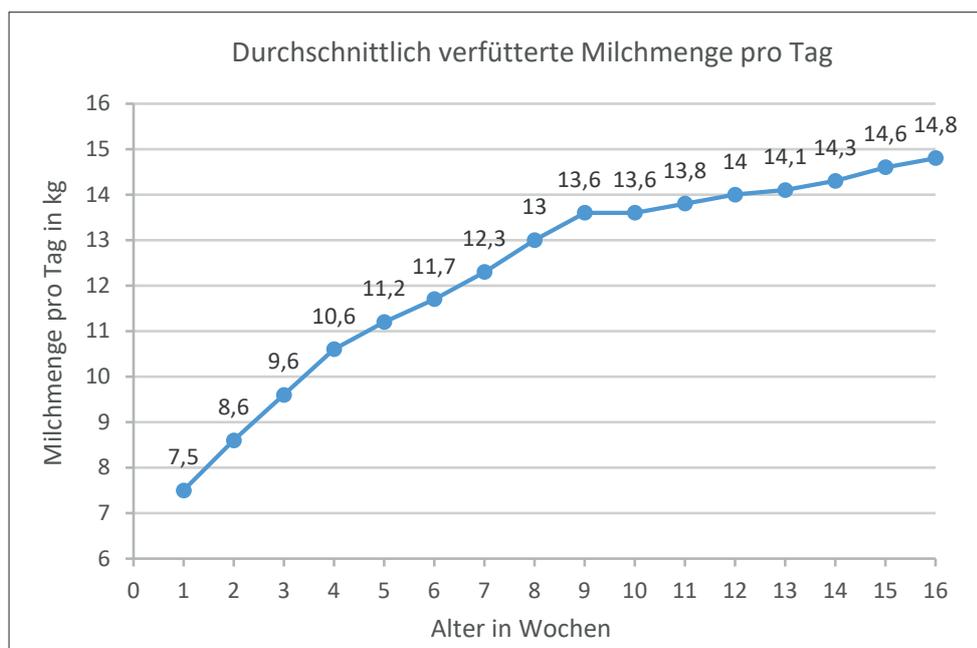


Abbildung 2: Verlauf tägliche Milchmenge pro Woche

Getreide) verfüttert werden. Im Gegensatz zu Aufzuchtkälbern brauchen Mastkälber kein eiweißreiches Kraftfutter, da aufgrund der hohen Milchmenge ausreichend Eiweiß zur Verfügung steht (STEINWIDDER et al. 2006, STEINWIDDER et al. 2007). Ein kg Vollmilch (FM) entspricht nach Energie (MJ ME) knapp 0,25 kg Getreide, nach Rohprotein (XP) entspricht es circa 0,4 kg Getreide (VELIK 2019).

Neun Kälber (6,3 %) wurden aufgrund einer Krankheit von einem Tierarzt behandelt, zwei Kälber (1,4 %) verendeten im Laufe der Mast. Als Auffälligkeiten von Mastkälbern wurde bei den teilnehmenden Betrieben vor allem das Lecken der Kälber an Eisenstangen und Wänden sowie Durchfall bemerkt.

„Leichte“ Vollmilchmastkälber

Einleitung

Aufgrund der Schwierigkeit im Absatz bei den herkömmlichen Milchmastkälbern wegen der zu dunklen Fleischfarbe, wurde in Kooperation mit dem Schlachtbetrieb „Franz Ablinger & Co Fleischhauereibetrieb GmbH“ ein Kalbfleischprojekt für leichtere Milchkälber umgesetzt. Diese Absatzschiene soll den Anteil an heimischen Milchkälbern erhöhen. Wirtschaftlich lohnt sich diese Absatzschiene für Kälber von Milchviehrassen, Kreuzungen mit Milchviehrassen und milchbetonten Kälbern einer Doppelnutzungsrasse.

Datengrundlage

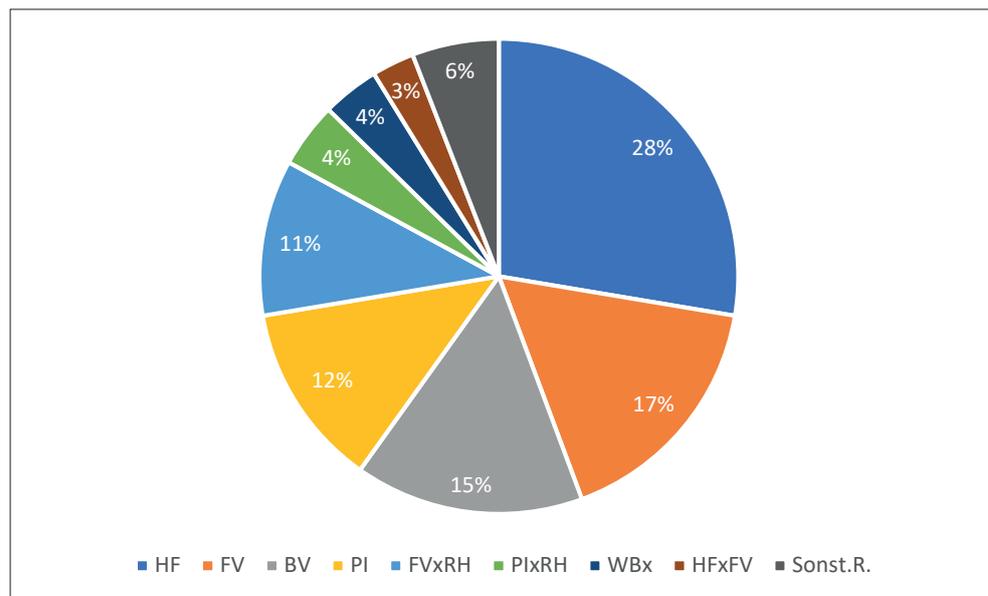
Knapp 1.000 Kälber aus Salzburg, Oberösterreich und Tirol wurden im Zeitraum Juli 2020 bis Jänner 2021 bei der Firma Franz Ablinger & Co Fleischhauereibetrieb GmbH in 5110 Oberndorf bei Salzburg geschlachtet.

Für die Auswertung wurden die Schlachtdaten von 904 Kälbern herangezogen. Die Daten der bisherigen Schlachtergebnisse wurden ausgewertet. Die Ergebnisse werden in den folgenden Absätzen dargestellt.

Rassenverteilung

In der *Abbildung 3* ist die Rassenverteilung der Schlachtkälber ersichtlich. Der größte Teil der Schlachtkälber (28 %) zählte zur Rasse Holstein. Fleckvieh- und Braunvieh-Kälber machten jeweils 17 bzw. 15 % aus. 12 % der Kälber gehörten zur Rasse Pinzgauer, 11 %

Abbildung 3: Rassenverteilung der ausgewerteten leichten Milchkälber
*Abkürzungen: HF=Holstein, FV=Fleckvieh, BV=Braunvieh, RH=Red Holstein, PI=Pinzgauer, WBx=Weißblaue Belgier-Kreuzungen, Sonst. R.=Sonstige Rassen wie Grauvieh, Limousin-Kreuzungen, Jersey, BVxFV, HFxPI, Tuxer



waren FVxRH-Tiere. Unter die „Sonstigen Rassen“ wurden Rassen zusammengefasst, bei denen weniger als 10 Tiere in der Auswertung waren. Unter „Sonstige Rassen“ fallen Rassen bzw. Kreuzungen wie Grauvieh, Limousin-Kreuzungen, Jersey, BVxFV, HFxPI, Tuxer.

Ergebnisse und Diskussion

Die dargestellten Schlachtleistungsergebnisse in *Tabelle 2* der „leichten“ Milchmastkälber umfasst die Auswertung von 904 Milchmastkälbern. Im Durchschnitt waren die Kälber bei der Schlachtung 69 Tage alt und erreichten ein durchschnittliches Schlachtgewicht_{kalt} von 61 kg (Spannweite 36 bis 88 kg). Die Nettotageszunahmen lagen im Durchschnitt bei 950 g. Bei den Nettotageszunahmen gab es große Unterschiede zwischen dem besten Viertel der Kälber (1.294 g) und dem schwächeren Viertel der Kälber (646 g). Die Nettotageszunahmen bei Kälbern mit Fettklasse 1 lagen bei 809 g, die Nettotageszunahmen bei Kälbern mit der unerwünschten Klassifizierung P1 lagen bei 727 g. Kälber mit einer R2-Klassifizierung erreichten durchschnittlich 1.070 g Nettotageszunahmen. Bei den Nettotageszunahmen ergaben sich Unterschiede bei den Rassen, so hoben sich Pinzgauer, PlxRH, Weißblaue-Belgier-Kreuzungen von der Rasse Holstein ab. Höhere Nettotageszunahmen korrelierten positiv mit der Handels- sowie Fettklasse.

238 Kälber (26 %) hatten ein Schlachtgewicht_{kalt} unter 55 kg, 590 Kälber (65 %) erreichten ein Schlachtgewicht im Bereich 55 bis 75 kg. 377 Kälber (42 %) lagen im Schlachtgewichtsbereich 55 bis 65 kg. Um dieses Schlachtgewicht zu erreichen, brauchten die Kälber im Durchschnitt 66 Tage. Das beste Viertel der Kälber erreichte dieses Gewicht mit einem Alter von 46 Tage, das schwächste Viertel der Kälber erreichte es erst mit 90 Tagen. Die große Spanne zwischen dem besten Viertel und dem niedrigsten Viertel der Kälber zeigt deutlich, welches Potenzial in der Kälbermast steckt und wie bedeutend hohe Zunahmen sind, um die Haltedauer zu minimieren.

Die Handelsklasse, die bei den „leichten“ Milchkälbern erreicht werden soll, wird mit der Handelsklasse O definiert. Bei der Fettklasse soll mindestens die Handelsklasse 2 erreicht werden, damit eine gute Fleischqualität sichergestellt ist. Die Einstufung der Handelsklasse erfolgt nach dem EUROP-System (E=5, P=1). Der Großteil der Kälber (43 %, 387 Kälber) wurde in die Handelsklasse O eingestuft. 28 % der Kälber (249) erhielten die Klassifizierung P, 26 % (237) erreichten die Handelsklasse R und lediglich 31 Kälber (3 %) wurden in die Handelsklasse U eingestuft. Der durchschnittliche Wert für die Handelsklasse lag bei 2,06. Bei der Handelsklasse gab es zwischen den Rassen teilweise signifikante Unterschiede. Die Fettklasse wird anhand einer Skala von 1 bis 5 bewertet. 70 % der Milchmastkälber entsprachen bei dieser Auswertung den Kriterien für Fettklasse 2 und 3, 30 % der Kälber fielen in die unerwünschte Fettklasse 1.

Tabelle 2: Schlachtleistung der „leichten“ Vollmilchkälber

| | Rassen / Kreuzungen | | | | | | | | |
|--|---------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ø | HF | FV | BV | PI | FVxRH | PlxRH | WBx | HFxFV |
| Kälber, Anzahl | 904 | 250 | 151 | 140 | 113 | 96 | 40 | 35 | 26 |
| Schlachtalter, Tage | 68,7 | 71,3 | 69,9 | 68,3 | 63,9 | 67,5 | 70,0 | 67,3 | 64,8 |
| Schlachtkörpergewicht _{kalt} , kg | 61,2 | 59,2 | 60,9 | 63,1 | 62,7 | 62,0 | 64,9 | 63,6 | 58,6 |
| Nettotageszunahme _{kalt} ¹ , g | 950 | 881 | 933 | 974 | 1.035 | 988 | 981 | 1.038 | 963 |
| EUROP-Fleischklasse, E=5, P=1 | 2,06 | 1,36 | 2,66 | 1,99 | 2,33 | 2,28 | 2,10 | 3,11 | 1,69 |
| Fettklasse, 1=mager, 5=fett | 1,78 | 1,76 | 1,77 | 1,78 | 1,82 | 1,77 | 1,75 | 1,83 | 1,85 |

*Abkürzungen: HF=Holstein, FV=Fleckvieh, BV=Braunvieh, PI=Pinzgauer, RH=Red Holstein, WBx=Weißblaue Belgier-Kreuzungen

¹Nettotageszunahme=Schlachtgewicht_{kalt}/Schlachtalter*1.000

Tabelle 3: Schlachtleistung der Milchkälber, bei denen ein Lebendgewicht erhoben wurde

| | Rassen / Kreuzungen | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Ø | HF | FV | BV | PI | FVxRH | PlxRH | WBx | HFxFV |
| Kälber, Anzahl | 336 | 40 | 61 | 33 | 80 | 41 | 32 | 16 | 10 |
| Mastendgewicht, kg | 112,5 | 112,9 | 110,1 | 117,7 | 113,4 | 110,3 | 117,6 | 108,7 | 109,3 |
| Schlachtalter, Tage | 66,6 | 74,8 | 64,5 | 67,9 | 63,8 | 65,3 | 69,8 | 63,2 | 64,9 |
| Tageszunahme ¹ , g | 1.102 | 979 | 1.100 | 1.137 | 1.168 | 1.095 | 1.115 | 1.097 | 1.101 |
| Schlachtkörpergewicht _{kalt} ² , kg | 62,7 | 61,7 | 62,2 | 65,2 | 62,9 | 61,7 | 65,0 | 63,9 | 61,0 |
| Ausschlachtung _{kalt} ² , % | 55,8 | 54,7 | 56,5 | 55,5 | 55,5 | 56,0 | 55,4 | 58,7 | 55,8 |
| Nettotageszunahme _{kalt} ³ , g | 996 | 866 | 1.015 | 993 | 1.037 | 1.009 | 979 | 1.069 | 1.019 |
| EUROP-Fleischklasse, E=5.... P=1 | 2,3 | 1,35 | 2,79 | 2,12 | 2,30 | 2,39 | 2,10 | 3,25 | 2,10 |
| Fettklasse, 1=mager.... 5=fett | 1,82 | 1,70 | 1,90 | 1,79 | 1,83 | 1,85 | 1,75 | 1,88 | 2,00 |

*Abkürzungen: HF=Holstein, FV=Fleckvieh, BV=Braunvieh, PI=Pinzgauer, RH=Red Holstein, WBx=Weißblaue Belgier-Kreuzungen

¹Tageszunahmen=(Mastendgewicht-42 kg) /Schlachtalter*1.000

²Ausschlachtung=Schlachtgewicht_{kalt}/Lebendgewicht*100

³Nettotageszunahme=Schlachtgewicht_{kalt}/Schlachtalter*1.000

Von 336 Kälbern (37 % der Kälber) wurde auch ein Lebendgewicht erfasst. In *Tabelle 3* sind die Schlacht- und Mastergebnisse von diesen Kälbern abgebildet. Das durchschnittliche Lebendgewicht dieser Kälber lag bei 113 kg und das mittlere Schlachtgewicht_{kalt} bei 63 kg. Der Mittelwert der Ausschlachtung lag bei 56 %. Hier lag das beste Viertel bei 59 %, das niedrigste Viertel bei 52 %. Die Tageszunahmen lagen bei 1.102 g. Die Nettotageszunahmen waren bei dieser ausgewählten Gruppe mit 996 g etwas höher als bei der Auswertung aller Kälbern (n=904).

Schlussfolgerungen und Herausforderungen in der Kälbermast

„Normale“ Kälbermast

Bei den Schlachtungen der „normalen“ Vollmilchmastkälber in dem Projekt „Salzburger Vollmilchkälbermast zur Kalbfleischproduktion in Salzburg“ zeigte sich, dass hinsichtlich Schlachtgewicht_{kalt} sowie Handels- und Fettklasse gute Qualitäten geliefert werden und die Produktionsanforderungen bestehender Qualitätsfleischprogramme für Kälber größtenteils eingehalten werden können. Im Durchschnitt erreichten die Kälber bei einer Mastdauer von 106 Tagen ein Lebendgewicht von 165 kg. Bei einer durchschnittlichen Ausschlachtung von 56 % ergab sich ein Schlachtgewicht_{kalt} von 92,7 kg. Milchmastkälber, die mit Vollmilch getränkt wurden, erreichten durchschnittlich 1.180 g Tageszunahmen und 887 g Nettotageszunahmen. Hohe Tageszunahmen konnten bei allen Rassen erreicht werden. Die Tageszunahmen bzw. Nettotageszunahmen und somit auch das Erreichen des gewünschten Schlachtgewichtes in der vorgegebenen Zeit werden sehr stark vom individuellen Betriebsmanagement und der Fütterung beeinflusst. Ein optimales Haltungssystem und Hygiene sowie eine gute Tierbeobachtung beeinflussen vor allem das Wohlbefinden und somit die Gesundheit der Kälber. **Es ist bedeutend, dass die Kälber gesund sind, durch ein bestmögliches Management hohe Milchmengen pro Tag aufnehmen und somit hohe Tageszunahmen und gute Schlachtkörper-Qualitäten hinsichtlich Fett- und Handelsklasse erreichen.** Die Milchviehassen Holstein und Braunvieh werden größtenteils in die Handelsklasse O eingestuft und eignen sich somit auch für die Kälbermast. Für die Kälbermäster in der Praxis ist die Erreichung einer hellen Fleischfarbe eine Herausforderung. Kälber, die mit Vollmilch und Ergänzungsfuttermitteln wie Heu, Kraftfutter und Stroh gemästet werden, weisen häufig eine dunklere Fleischfarbe

auf. In der vorliegenden Auswertung hatten 44 % der Kälber eine zu dunkle Fleischfarbe (> 5). Aufgrund der Eisengehalte von Heu sollte für eine helle Kalbfleischproduktion die Heu-Menge begrenzt werden und Stroh als Raufutter zur Verfügung stehen. Die erste Tierhaltungsverordnung schreibt vor, dass ab Beginn der zweiten Lebenswoche Raufutter verfüttert werden muss. Acht Wochen alten Kälbern müssen mindestens 50 g und 20 Wochen alte Kälber mindestens 250 g Raufutter zur Verfügung stehen.

„Leichte“ Kälbermast

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen, dass im Durchschnitt die leichten Milchmastkälber in 69 Tagen ein Schlachtgewicht_{kalt} von 61,2 kg erreichen. Das Ziel-Schlachtgewicht_{kalt} dieser Kälber liegt bei 55 bis 75 kg. Rund ein Viertel der Kälber wurde zu früh geliefert und erreichte das Mindestschlachtgewicht von 55 kg nicht. Mit zunehmender Erfahrung und Erkenntnissen soll dieser Anteil minimiert und die Schlachtkörperqualität dadurch optimiert werden. Die Netto- sowie Tageszunahmen zeigen die riesigen Unterschiede in der Produktion. Im Durchschnitt lagen die Nettotageszunahmen bei 950 g, das bessere Viertel erreichte Nettotageszunahmen von 1.294 g, das schwächere Viertel lag bei 646 g. 30 % der Kälber wurden in die Fettklasse 1 eingestuft, wofür es einen Abzug und somit wirtschaftliche Einbußen gab. Höhere Nettotageszunahmen führten auch hier zu einer besseren Handel- sowie Fettklasse und verkürzten die Mastdauer. Eine verkürzte Mastdauer führt in Summe auch zu etwas niedrigeren Milchmengen, da ein Teil der Milch immer für den Erhaltungsbedarf aufgewendet wird. Eine Optimierung der betriebsindividuellen Faktoren wie Fütterung, Haltung sowie Betriebsmanagement kann zu höheren Mast- und Schlachtleistungsergebnissen führen. Die Gesundheit der Kälber, eine bestmögliche Versorgung von Beginn an, Hygiene, trockene und gut eingestreute Liegebereiche sowie eine gute Tierbeobachtung sollen unbedingt beachtet werden. Aus wirtschaftlicher Sicht lohnt sich die Mast für Kälber von Milchrassen, Kreuzungen mit Milchrassen sowie für milchbetonte Kälber der Doppelnutzungsrasen, wenn die Erlöse im Lebendverkauf geringer sind.

Literatur

AMA, 2021: Untersuchte gewerbliche Schlachtungen in Stück. Daten und Fakten der AgrarMarkt Austria für den Bereich Vieh und Fleisch K-Ö (Stand 25.01.2021).

BUNDEANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT UND BERGBAUERNFRAGEN, 2021: Kälber: Bruttoeigenerzeugung (1.000 Stück), Schlachtgewicht (kg), Kalbfleischimporte, Inlandsabsatz (in 1.000 Stück). <https://www.agraroekonomik.at/index.php?id=326> (besucht 28.01.2021).

KIRCHGESSNER, M., G.I. STANGL, F.J. SCHWARZ, F.X. ROTH, K.-H. SÜDEKUM und K. EDER, 2014: Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. DLG-Verl., Frankfurt am Main, 14. Auflage.

RINDERZUCHT SALZBURG, 2020: Vermarktung Nutz- und Schlachtvieh- Jungrinder und Kälber. https://www.rinderzucht-salzburg.at/vermarktung/nutz_und_schlachtvieh/jung-rinder_u_kaelber/ (besucht 05.12.2020).

SEEBACHER, M., F. TIEFENTHALLER und G. FREUDENBERGER, 2016: *Ad libitum*-Tränke. Sauertränke, Joghurttränke. Landwirtschaftskammer Oberösterreich.

STEINWIDDER, A., R. GRABNER, J. MITTEREGGER, R. WÖLLINGER und J. GASTEINER, 2006: Vollmilch-Kälbermast. ÖAG-Info 3/2006.

STEINWIDDER, A., L. PODSTATZKY, J. GASTEINER, M. GALLNBÖCK, J. HÄUSLER, G. MAIERHOFER, A. SCHAUER, D. EINGANG und R. PFISTER, 2007: Abschlussbericht Voll-

milchkälbermast auf Basis von gesäuerter Joghurttränke bzw. frischer warmer Vollmilch mit bzw. ohne Eisenergänzung. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning.

VELIK, M., 2019: Vollmilchkälbermast – Worauf man besonders achten sollte. Vortrag im Rahmen des Pilot-Projekts „Vollmilchkälbermast zur Kalbfleischproduktion in Salzburg“, Bischofshofen, 03.09.2019.

Kalb Rosé – eine Chance für die heimische Rinderwirtschaft

Josef Fradler^{1*}

Die aktuell kritischer werdenden Meinungen der Konsumenten und die sich verändernden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen beschäftigen unsere Landwirtschaft mehr denn je. Neben den erfreulichen Entwicklungen rund um das Thema regionale Lebensmittel, müssen wir uns auch mit den themenbezogenen Begleitdiskussionen beschäftigen. Nach der jahrelangen Zurückdrängung der österreichischen Kalbfleischproduktion durch billigere Importe, stehen seit ca. 2 Jahren auch die Nutzkälber-Exporte verstärkt in Diskussion.

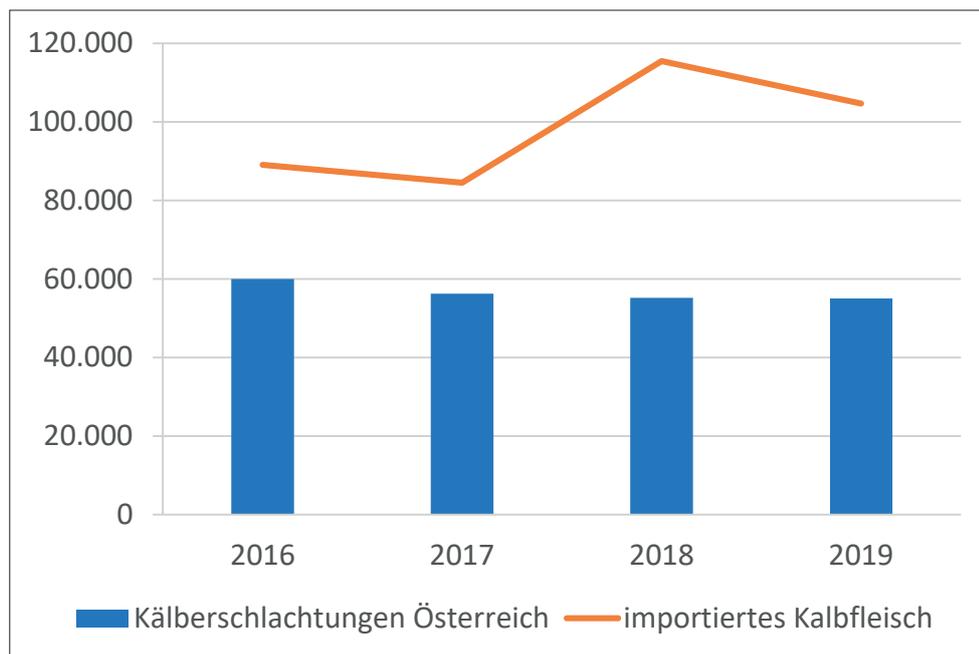


Abbildung 1: Kalbfleisch-Produktion in Österreich rückläufig – Importe gestiegen

Die immer wiederkehrende Debatte um die erhoffte Herkunftskennzeichnung für die Gastronomie bietet nun die Chance, die österreichische Produktion im Bereich der Kalbfleischproduktion wieder neu zu beleben. Ziel der neuen Produktions- und Vermarktungsschiene „Kalbfleisch Rosé“ ist, vor allem in der Gastronomie zukünftig den Anteil an heimischen Kalbfleisch wieder deutlich zu erhöhen und für heimische Landwirte eine zusätzliche Wertschöpfungsvariante zu ermöglichen.

Auf Initiative der ARGE Rind wurden im vergangenen Jahr Gespräche mit potenziellen Vermarktungspartnern für Kalb Rosé geführt, die sich sehr positiv gestalteten. Im ersten Schritt wurden einige Probeschlachtungen durchgeführt. Die Fleischqualität konnte dabei überzeugen und stand der importierten Ware um nichts nach.

In Abstimmung mit den Vermarktungspartnern wurden einige wichtige Qualitätskriterien fixiert, um mit „Kalb Rosé“ in Zukunft mehr heimisches Kalbfleisch zu produzieren, und dadurch auch weniger Importfleisch nach Österreich zu holen.

Die Qualitätsanforderungen sind:

- Basis Milchrasssekälber (damit weniger Kälberexporte)
- Maximales Lebensalter bei der Schlachtung jünger 8 Monate
- Schlachtkörpergewicht ca. 160 - 170 kg
- gute Tageszunahmen sorgen für eine ausreichende Fettabdeckung

¹ BVG Kärntner Fleisch, Zollfeldstraße 100, A-9300 St. Veit/Glan

* Ansprechpartner: Josef Fradler, email: josef.fradler@bvg.at

Fleischqualität – Zusammenhang mit der Fütterung

Um die notwendigen Qualitäten zu produzieren, müssen speziell in der Fütterung einige Dinge beachtet werden. Maissilage, Stroh als Strukturfutter und Kraftfutter sind die Hauptkomponenten einer intensiven Ration nach der Tränkephase. Grassilage soll nicht gefüttert werden, als Strukturkomponente ist auf genügend Stroh zu setzen.

Die erste Phase der Aufzucht erfolgt ähnlich der Fresserproduktion, in der hochwertiger Milchaustauscher für die leichten Kälber (Einstallgewicht ca. 60 - 80 kg) und hochwertiger Kälberstarter meist als Trocken-TMR vorgelegt werden. In der weiteren Fütterung kommt als Grundfutterkomponente noch hochwertige Maissilage hinzu. In der Endphase der Mast steigen die Kraftfuttermengen Richtung 4,5 kg, um die zarte Marmorierung und Faserung des Fleisches zu gewährleisten. Die Erzeugergemeinschaften bieten Produzenten Hilfestellung in Form von Betriebsberatungen und Fütterungsplänen an, um den Betrieben von Anfang an eine qualitativ hochwertige und wirtschaftlich optimierte Produktion zu ermöglichen.

Die wichtigsten Punkte unten angeführt noch zusammengefasst:

Kälberaufzucht/Einstallen

Gesunde und frohwüchsige Kälber stellen die Grundlage einer erfolgreichen Rosémast dar. Darum sollten einheitliche und vitale Partien eingestallt werden. Tiergesundheit und Hygiene stehen an oberster Stelle. Eine intensive Tierbetreuung und -beobachtung in der Einstallphase ist Voraussetzung. Eine Gripeschutzimpfung sollte als Standard gelten.

Fleischqualität und Fütterung

Im optimalen Fall erreichen die Milchrassiestierkälber ein Mastendgewicht von 280 - 320 kg lebend. Bei einer Ausschachtung von 52 - 53 % erreichen die Schlachtkörper ein Gewicht von 180 kg. Als Untergrenze gilt 130 kg Kaltgewicht. Die Fleischfarbe muss heller sein als in der konventionellen Stiermast. Bis zur Fleischfarbe 6 wird toleriert. Maissilage, Kraftfutter und Stroh als Strukturfutter sind die Hauptkomponenten einer intensiven Ration nach der Tränkephase. Grassilage ist in der Rosémast unerwünscht, da sie die Fettfarbe negativ beeinflusst. Weiter kann Heu nur am Start der Aufzucht eingesetzt werden und muss im Verlauf dann gänzlich durch Stroh ersetzt werden, um auch dort die rosa Fleischfärbung nicht zu gefährden. Das Fett muss aus Vermarktungsgründen weiß sein.

Die Herausforderung besteht darin das Kalb von der Milch auf eine Wiederkäuerration umzustellen. Kälberheu/Stroh und Kraftfutter sollten ab dem ersten Tag zur freien Aufnahme angeboten werden. Um den physiologischen Ansprüche des Kalbes gerecht zu werden, sollten nur hochwertige Milchaustauscher eingesetzt werden.

Stallklima und Haltungsbedingungen

Kälber stellen hohe Anforderungen an ihre Umwelt. Helle, luftige Ställe mit einer hohen Luftwechselrate jedoch ohne Zugluft und einer trockenen, weichen Liegefläche bieten den Tieren den notwendigen Komfort. Idealerweise sollen Ställe nach dem Rein-Raus-Verfahren belegt werden. Dies minimiert den Krankheitsdruck und Stress für die Tiere. Wenn kontinuierlich eingestallt wird, ist ein Quarantänestall für die ersten 4 Wochen Pflicht.

Ein NEUER BETRIEBSZWEIG

Die Produktion des **Roséfleisches** soll in Österreich wieder etabliert werden, um auch in diesem Fleischsegment wieder heimische Qualität durch unsere Bauern zu produzieren. Neben einer attraktiven Einkommensmöglichkeit für die Vertragsbauern kann diese Mastlinie auch für Betriebe mit geringerer Flächenausstattung in Frage kommen, da relativ wenig Grundfutter (ca. 700 - 800 kg Maissilage pro Tier) benötigt wird und eine hohe Flächenproduktivität erzielt werden kann.

Neues Forschungsprojekt: Mast von Kreuzungs- rindern Milchrasse×Fleischrasse (Holstein×Angus) im Grünland

New research project: Grassland fattening of crossbred dairy breed×beef breed (Holstein×Angus)

Margit Velik^{1*}, Andreas Steinwider^{1*} und Johann Häusler^{1*}

Zusammenfassung

Kälbertransporte ins Ausland sowie Kalbfleischimporte sind in der landwirtschaftlichen, medialen und gesellschaftlichen Diskussion stark präsent. Es wird daher nach Möglichkeiten gesucht, den Inlandsabsatz von (Stier-)Kälbern der österreichischen Milchviehbetriebe zu erhöhen. Heimische Kälbermast, gesextes Sperma sowie die Belegung von milchbetonten Kühen mit Fleischrassen sind vielversprechende Ansätze. Ein neues Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beleuchtet die Grünlandmast (Kurzrasenweide bzw. Heu-Grassilage-Ration mit begrenztem Kraftfutter-Einsatz) von Holstein×Angus-Ochsen bzw. Holstein×Angus-Kalbinnen (Milchrasse als Mutterrasse, frühreife Fleischrasse als Vaterasse) und Fleckvieh-(FV)-Ochsen (Kontrollgruppe). Die Schlachtung aller Versuchstiere erfolgt mit einem Lebendgewicht (LG) von 400 kg. Das vorliegende Projekt soll einen Beitrag zur (1) Verringerung der Kälberexporte, zur (2) Mast im Grünland mit ausgezeichneter Produkt- und Prozessqualität und zur (3) Rindfleischproduktion mit sehr guter Futtereffizienz und Treibhausgas-Bilanz liefern.

Schlagwörter: Weide, Grünlandmast, Schlachtleistung, Rindfleisch, Fleischqualität

Summary

Calf transports abroad as well as veal imports are strongly present in the agricultural, media and social discussion. Therefore, possibilities are being sought to increase domestic sales of (bull) calves from Austrian dairy farms. Domestic calf fattening, sexed semen and the insemination of dairy cows with beef breeds are promising approaches. A new research project at AREC Raumberg-Gumpenstein examines grassland fattening (continuously grazed pasture or hay-grass silage ration with limited use of concentrates) of Holstein×Angus steers or Holstein×Angus heifers (dairy breed as dam breed, beef breed as sire breed) and Simmental steers (control group). All animals are slaughtered at final live weights (LG) of 400 kg. The present project contributes to (1) calf export reduction, (2) grassland fattening with excellent product and process quality, and (3) beef production with very good feed efficiency and greenhouse gas balance.

Keywords: pasture, grassland based fattening, slaughter performance, beef, meat quality

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnerbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

* Ansprechpartner: Priv.-Doz. Dr. Andreas Steinwider, email: andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

* Ansprechpartner: Johann Häusler, email: johann.haeusler@raumberg-gumpenstein.at

Derzeit wird in Österreich intensiv daran gearbeitet, den Inlandabsatz von milchbetonten Kälbern zu verbessern und dadurch den Export von Milchrasssekälbern zu verringern. Kälber von milchbetonten Rassen sind im Vergleich zu Fleckvieh und Fleckvieh-Gebrauchskreuzungen für die Weitermast (Stier-, Ochsen- und Kalbinnenmast) nur bedingt geeignet. Die Kälbermast ist eine Möglichkeit, um den Inlandsabsatz von Milchrasssekälbern zu verbessern. Mehrere Organisationen haben bereits erfolgreich Initiativen gestartet, um die heimische Kalbfleischproduktion zu erhöhen.

Um schon vorab männliche, milchbetonte Kälber zu vermeiden, bietet sich auf Milchviehbetrieben der Einsatz von gesextem Sperma bei Kühen an, deren Kälber für die Nachzucht vorgesehen sind. Die restlichen Milchkühe werden dann mit Fleischrasse-Stieren belegt. Dies wird auf zahlreichen österreichischen Milchviehbetrieben schon erfolgreich umgesetzt.

Ein neues Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Bio-Institut und Institut für Nutztierforschung) setzt sich mit der Grünlandmast von Kreuzungsrindern auseinander, die durch die Belegung von Milchrasse-Kühen (Holstein Friesian (HF)) mit frühreifen Fleischstieren (Angus (AN)) entstehen. Angus gilt als frühreife, mittelgroße, robuste, fruchtbare Fleischrasse, der auch bei extensiver Fütterung eine ausreichende Fleischigkeit, gute Fettabdeckung und sehr gute innere Fleischqualität, bei relativ geringem Mastendgewicht, nachgesagt wird. Im Projekt sollen HF×AN-Ochsen und -Kalbinnen mit zwei unterschiedlichen grünlandbasierten Rationen gemästet und mit einem Mastendgewicht von 400 kg geschlachtet werden. Als Vergleichsgruppe dienen Fleckvieh Ochsen.

Es kommen zwei unterschiedliche Grünland-Rationen zum Einsatz. Am Bio-Institut kommen die im Herbst geborenen Kälber im April auf eine Kurzrasenweide ohne Ergänzungsfütterung. Ist das Mastendgewicht bei Weideende (Ende Oktober) noch nicht erreicht, so erhalten sie im Stall eine Ration aus Heu und Grassilage sowie 1 kg Energiekraftfutter (Getreide und Mais). Am Institut für Nutztierforschung erhalten die Rinder nach der Tränkephase bis zu einem Lebendgewicht von 280 kg eine Ration aus 50 % Heu und 50 % Grassilage (TM-Basis) sowie 1,5 kg Energiekraftfutter. Ab 280 kg Lebendgewicht wird das Kraftfutter auf 1 kg reduziert. Bis auf die jeweils 3-monatige Aufzucht wird kein Proteinkraftfutter gefüttert, d.h. die Proteinversorgung soll ausschließlich aus dem Grundfutter gedeckt werden.

Im Rahmen dieses Versuches soll produktionsseitig das Potential eines „Wieserindes aus einer Milchrasse×Fleischrasse-Kreuzung“ beleuchtet werden, das eine Zwischenstellung zwischen Jungrind aus Mutterkuhhaltung, dem Markenfleischprogramm für Z.z.U. „Bio-Weiderind“ und der klassischen Ochsen- und Kalbinnenmast auf höhere Mastendgewichte einnimmt. Es werden Daten zur

- Mastleistung (Zunahmen, Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Futtereffizienz im Mastverlauf, ...)
- Schlachtleistung (Klassifizierung, Teilstücke, Fetteinlagerung, ...)
- Fleischqualität (Zartheit, Saftigkeit, Marmorierung, ...) sowie
- Wirtschaftlichkeit

erhoben und ausgewertet.

Versuchsplan

| Versuchsgruppen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|---|--------|-------|--|--------|-------|
| Standort | Bio-Institut | | | Institut Nutztierforschung | | |
| Kategorie | Ochse | Kalbin | Ochse | Ochse | Kalbin | Ochse |
| Rasse / Kreuzung | HFL×AN | HFL×AN | FV | HFL×AN | HFL×AN | FV |
| Tränkephase | 3 Monate (Milch, Heu, Kraftfutter) | | | | | |
| Fütterung | Kurzrasenweide, keine Ergänzungsfütterung; ab Ende Weideperiode, wenn Mastendgewicht nicht erreicht: Heu-GS <i>ad libitum</i> , 1 kg EKF | | | bis 280 kg LG: Heu-GS-Mischration, 1,5 kg EKF ¹ ; ab 280 kg LG: 1,0 kg EKF | | |
| Mastendgewicht | 400 kg | | | | | |

¹Energiekraftfutter

Bericht

48. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2021

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2021

ISBN-13: 978-3-902849-84-7

ISSN: 1818-7722