

Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Qualität fördern - vom Boden bis zum Lebensmittel



Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Qualität fördern -
vom Boden bis zum Lebensmittel

14. November 2019
an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG)



Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38
des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus

Direktor

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

Leitung für Forschung und Innovation

HR Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Biologische Landwirtschaft
und Biodiversität der Nutztiere

Satz

Veronika Winner

Druck, Verlag und © 2019

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-73-1

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 14. November 2019,
Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2019

Inhaltsverzeichnis

Impressum	3
Vorstellung der ÖAG-Infobroschüren und Beratungsunterlagen zum Thema „Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten“	5
A. STEINWIDDER	
Das Zusammenspiel von Bodenleben, Lebensraum und Nährstoffkreisläufen im Grünland	9
A. BOHNER	
Wirtschaftsdünger als unverzichtbare Boden- und Pflanzendünger	15
W. ANGERINGER	
Mineralische Ergänzungsdünger im Grünland	21
W. STARZ, A. STEINWIDDER, D. LEHNER, R. PFISTER, H. ROHRER	
Nährstoffverlustquellen in der Düngerlagerung und Ausbringung am Bio-Grünlandbetriebe minimieren	27
A. PÖLLINGER, A. ZENTNER	
Der abgestufte Wiesenbau als Beratungskonzept - So setzte ich es in der Beratungspraxis um	31
M. DANNER	
Möglichkeiten zur Förderung der pflanzlichen Biodiversität im artenarmen Grünland	35
B. KRAUTZER, L. GAIER, J. WEBER, W. GRAISS	
Bedeutende Entscheidungen auf dem Weg zur Ökoeffizienz am Bio-Milchviehbetrieb	47
T. GUGGENBERGER, A. BLASCHKA, C. FRITZ, M. HERNDL, G. TERLER	
Weideochsenmast ohne Kraftfutter - Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit	47
A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER, L. PODSTATZKY	
Einfluss von Vollweide- oder Grassilagefütterung auf das Fettsäuremuster der Kuhmilch	47
E. SCHERZER, A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, M. VELIK, W. ZOLLITSCH	
Fettsäuremuster von Milchproben von Praxisbetrieben sowie Ergebnisse zur Genauigkeit der MIR-Fettsäuregruppenbestimmung	47
A. STEINWIDDER, E. SCHERZER, W. ZOLLITSCH	
Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh	47
A. STEINWIDDER, S. SCHINDECKER	
Einfacher Laufstallbau - Erfahrungen aus der Beratungspraxis	47
F. PROMEGGER	

Vorstellung der ÖAG-Infobroschüren und Beratungsunterlagen zum Thema „Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten“

Einleitung

Die Bodenfruchtbarkeit wird maßgeblich von der biologischen Aktivität im Boden bestimmt. Die biologische Aktivität (Gesamtheit der im Boden ablaufenden biologischen Prozesse) ist umso größer, je reichhaltiger, vielfältiger und aktiver das Bodenleben (Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen) ist. Um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten oder zu steigern, muss daher in Grünlandböden erster Linie das Bodenleben aktiviert und gefördert werden. Dazu sind Kenntnisse über aktivitäts- und wachstumsfördernde Lebensbedingungen für Bodenorganismen notwendig.

ÖAG-Fachinformationen

Die ÖAG-Fachgruppe für Biologische Landwirtschaft hat dazu ein umfangreiches Fachinformationspaket erstellt. Es werden Empfehlungen und Tipps wie Sie das Bodenleben auf Dauergrünlandflächen nachhaltig aktiviert und gefördert werden kann gegeben. Im ersten Teil werden die Leistungen von Bodenorganismen für das Grünlandökosystem beschrieben. Der zweite Teil beschäftigt sich mit dem Lebensraum von Bodenorganismen, listet Maßnahmen zur Aktivierung und Förderung von Bodenlebewesen auf und liefert Informationen zur Bodenbeurteilung im Dauergrünland. Der dritte Teil der Infoschrift behandelt den Nährstoffaspekt.

- Bohner, A., W. Starz, W. Angeringer, V. Edler und A. Steinwider (2019): Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 1: Bodenorganismen. ÖAG-Info 2/2019.
- Bohner, A., W. Starz, W. Angeringer, V. Edler und A. Steinwider (2019): Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 2: Lebensraum. ÖAG-Info 3/2019.
- Steinwider, A., W. Starz, A. Bohner, W. Angeringer und V. Edler (2019): Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 3: Nährstoffkreisläufe. ÖAG-Info 4/2019.

Die ÖAG-Infos können zum Selbstkostenpreis (2-3 Euro je nach Seitenumfang bzw. Bestellmenge) bei der ÖAG bestellt werden (<https://gruenland-viehwirtschaft.at>; Tel. 0043 3682 22451 346).



Abbildung 1: Drei ÖAG-Infos der Bio-Fachgruppe zum Thema Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten

Homepage-Info-Plattform für Lehre und Beratung

Auf der Homepage-Seite des Bio-Instituts wurden zu diesen ÖAG-Info-Broschüren, sowie zu den weiteren ÖAG-Infos der Bio-Fachgruppe, Foliensätze für Lehre und Beratung erstellt.

Darüber hinaus finden Sie auf dieser Plattform auch weitere Info- und Beratungstools vor wie z.B. Videos, Excel-Weideplanungstools. www.raumberg-gumpenstein.at/bio-institut ->Hilfsmittel für Lehre.

Bei der Erstellung von diesen Hilfsmitteln dürfen wir mit Kollegen/innen aus der Forschung und Beratung (UNIs, BIO AUSTRIA, Landwirtschaftskammer Österreich etc.) sowie Verbänden, Vereinen (ÖAG etc.) und Fachmedien aus dem In- und Ausland zusammen arbeiten. Danke dafür!

Das Zusammenspiel von Bodenleben, Lebensraum und Nährstoffkreisläufen im Grünland

Andreas Bohner^{1*}

Zusammenfassung

Die Bodenfruchtbarkeit wird maßgeblich von der biologischen Aktivität im Boden bestimmt. Die biologische Aktivität ist umso größer, je reichhaltiger, vielfältiger und aktiver das Bodenleben ist. Die wichtigste Funktion der Bodenorganismen im Grünlandökosystem ist der Abbau von organischen Substanzen und die Rückführung der darin enthaltenen Nährelemente in die jeweiligen Stoffkreisläufe. Dazu ist ein intaktes Bodenleben notwendig.

Schlagwörter: Bodenleben, Bodenfruchtbarkeit, Bodentiere, Bodenmikroorganismen, Regenwürmer, Grünland

Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit wird maßgeblich von der biologischen Aktivität im Boden bestimmt. Die biologische Aktivität (Gesamtheit der im Boden ablaufenden biologischen Prozesse) ist umso größer, je reichhaltiger, vielfältiger und aktiver das Bodenleben (Gesamtheit der im Boden lebenden Organismen) ist. Um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten oder zu steigern, muss daher in erster Linie das Bodenleben aktiviert und gefördert werden. Nur durch Aktivierung (dauerhafte Verbesserung der Umweltbedingungen) und Förderung (regelmäßige Zufuhr leicht abbaubarer organischer Substanzen) der Bodenorganismen können die vorhandenen Nährstoffe im Boden effizient und nachhaltig für das Pflanzenwachstum genutzt werden.

Bodenorganismen

Der Boden ist Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen (Tabelle 1). Das Gewicht der Bodenorganismen unter einem Hektar Wiese beträgt etwa 15-20 GVE. Die Individuenzahl, Vielfalt, Biomasse und Aktivität der Bodenorganismen ist in den Böden unter Dauergrünland deutlich höher als in vergleichbaren Ackerböden. Die wichtigsten Gründe hierfür sind das größere Nahrungsangebot bedingt durch einen höheren Humusgehalt und eine größere Wurzelmasse im Oberboden sowie die fehlende Bodenbearbeitung. Vor allem Bodeneigenschaften und das Nahrungsangebot (Menge, Qualität, Vielfalt, Verfügbarkeit) entscheiden über eine günstige oder ungünstige Entwicklungsmöglichkeit und über Vorkommen oder Fehlen einer Organismenart im Lebensraum Boden. Durch Grünlandbewirtschaftung kann das Bodenleben über eine Veränderung des Nahrungsangebotes und über die Veränderung von Bodeneigenschaften gefördert oder beeinträchtigt werden. Bodenflora (Bakteri-

en, Pilze, Algen) und Bodenfauna (Bodentiere) bilden die Gesamtheit der lebenden Bodenorganismen (Edaphon). In den Böden unter Dauergrünland wird das Bodenleben hinsichtlich Individuenzahl und Biomasse von der Mikroflora (Bakterien, Pilze) dominiert (Tabelle 1). Bodentiere, Bodenpilze und die meisten Bodenbakterien leben heterotroph, d.h. sie sind auf organische Substanzen als Kohlenstoff- und Energiequelle angewiesen. Die organische Substanz wird zur Energiegewinnung chemisch abgebaut (veratmet) oder zum Aufbau körpereigener Substanz verwendet. Heterotrophe Bodenorganismen haben ein artspezifisches Nahrungsspektrum. Sie ernähren sich von lebenden und abgestorbenen Pflanzenteilen, Wurzelausscheidungen, Humus, lebenden und abgestorbenen Bodenorganismen, organischen Düngern und tierischen Exkrementen. Autotrophe Bodenbakterien können ohne organische Substanz leben. Sie nutzen Kohlendioxid (CO₂) als Kohlenstoffquelle und gewinnen Energie durch Oxidationsprozesse (z.B. Nitrifikation).

Tabelle 1: Individuenzahl und Biomasse der Bodenorganismen auf einem Quadratmeter bzw. Hektar Wiesenboden bis in 80 cm Tiefe.

Organismen mit bloßem Auge nicht sichtbar:

Systematische Gruppe	Individuen/m ²	kg Biomasse/ha
Bakterien	10 000 000 000 000	1600
Pilze	12 000 000 000	3800
Algen	1 000 000 000	900
Einzellige Tiere	1 600 000 000	1150
Fadenwürmer	1 800 000	40

Organismen mit bloßem Auge sichtbar:

Systematische Gruppe	Individuen/m ²	kg Biomasse/ha
Springschwänze	26 000	110
Milben	18 000	100
Kl. Borstenwürmer	10 000	20
Käfer und Larven	800	80
Tausendfüßler	550	200
Ameisen	320	20
Asseln	300	40
Fliegenlarven	240	260
Spinnen	230	20
Regenwürmer	130	1450
Schnecken	50	250

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2005

Aktivität und Leistungen von Bodentieren

Bodentiere beeinflussen die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Grünlandböden. Grabende und wühlende Bodentiere (z.B. Regenwürmer, Maulwurf)

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Umweltökologie, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Andreas Bohner, andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at

haben für die Durchmischung und Lockerung des Bodens eine große Bedeutung. An der Zersetzung, Humifizierung und Mineralisierung von organischen Substanzen im Boden sind viele Tierarten beteiligt. Größere Bodentiere (z.B. Regenwürmer) beschleunigen den Streuabbau, indem sie pflanzliche Streustoffe zerkleinern, in den Boden einmischen und somit in Kontakt zu Bodenmikroorganismen bringen. Die Zerkleinerung und Einmischung durch Bodentiere verhindert, dass die Bodenoberfläche mit einer Streuschicht bedeckt wird. Im Darm der Bodentiere entsteht Humus. Er wird mit dem Tierkot im Boden oder an der Bodenoberfläche ausgeschieden. Einige Bodentiere schaffen durch Kotabgabe oder Bildung von Bodenhohlräumen Lebensräume für andere Bodenorganismen. Die Regenwurmlösung beispielsweise ist besonders bakterienreich und verlassene Regenwurmgänge werden insbesondere von Springschwänzen stark besiedelt.

Regenwürmer

Regenwürmer sind besonders nützliche Bodentiere. Sie sind ein guter Bioindikator für die Fruchtbarkeit von Grünlandböden. Ein hoher Regenwurmbesatz zeigt ein intaktes Bodenleben und einen fruchtbaren Boden an. Regenwürmer sorgen für eine intensive und tiefreichende Durchmischung und Lockerung des Bodens. Außerdem sind sie an der Bildung von Mullhumus und Bodenkrümeln maßgeblich beteiligt. Regenwürmer sind bedeutende Streuzersetzer. Durch ihre Tätigkeit werden pflanzliche Streustoffe (Bestandesabfälle), organische Dünger (Mist, Kompost), Weideexkremte (Kot) und Mulchmaterial in den Boden eingemischt und rasch abgebaut. Mit dem Regenwurmkot gelangt organische Substanz in den Unterboden. Diese zusätzliche Nahrungsquelle fördert die biologische Aktivität in tieferen Bodenschichten. Regenwürmer erhöhen durch Grabetätigkeit das Porenvolumen und den Grobporenanteil im Boden. Regenwurmzüge sind besonders wertvolle Grobporen, weil sie eine hohe Stabilität und Kontinuität besitzen. Vertikal verlaufende Regenwurmzüge können eine Tiefe bis über 1 m erreichen. Sie verbessern die Durchlüftung und Versickerung von Wasser im Boden. Der Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Kalzium ist in den Regenwurmzügen deutlich höher als im umgebenden Boden. Pflanzenwurzeln wachsen bevorzugt in verlassenen Regenwurmzügen und nutzen diese für ihr Eindringen in tiefere Bodenschichten. Der geringe Eindringwiderstand, die gute Bodendurchlüftung und die Nährstoffanreicherung in den Regenwurmzügen ist dafür verantwortlich. Regenwürmer beeinflussen die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt der Grünlandvegetation durch selektiven Samenfraß und artspezifischen vertikalen Samentransport im Boden. Durch tiefes Vergraben wird die Keimung der Pflanzensamen verhindert und durch Transport in die oberste Bodenschicht gefördert. Menge, Qualität und Vielfalt des Nahrungsangebotes haben für die Größe, Vielfalt, Artenzusammensetzung und Aktivität der Regenwurmpopulation eine große Bedeutung. Regenwürmer ernähren sich hauptsächlich von toter organischer Substanz. Abgestorbene Feinwurzeln und Wurzelhaare, oberirdische pflanzliche Streustoffe, organische Dünger (Mist, Kompost) und Weideexkremte (Kot) sind im Dauergrünland eine wesentliche Nahrungsquelle. Regenwürmer bevorzugen eine stickstoffreiche Nahrung. Daher ist unter kleereichen Pflanzenbeständen infolge stick-

stoffreicher Bestandesabfälle die Regenwurmpopulation und -aktivität meist deutlich größer als unter grasreichen Pflanzenbeständen. Je artenreicher die Grünlandvegetation ist, umso abwechslungsreicher ist das Nahrungsangebot und umso höher ist die Artenvielfalt der Regenwürmer im Grünlandboden. Regenwürmer bevorzugen tiefgründige, lehmige, humusreiche, intensiv durchwurzelte, lockere, gut durchlüftete, karbonathaltige Böden und einen ausgeglichenen Bodenwasserhaushalt. In stark sauren Böden (pH unter 5,0) fehlen Regenwürmer weitgehend. Stark verdichtete Bodenschichten werden – falls eine Ausweichmöglichkeit besteht – gemieden. Grundwassergesättigte Bodenhorizonte werden nicht besiedelt.

Die Rolle von Bodenmikroorganismen für Stoffkreisläufe

Bodenflora (Bakterien, Pilze, Algen) und Mikrofauna bilden die Gemeinschaft der Mikroorganismen im Boden. Mikroorganismen sind großteils verantwortlich für Nährstoffkreisläufe und Energieflüsse im Grünlandökosystem. Mikroorganismen bauen organische Substanzen im Boden ab und setzen dabei mineralische Nährelemente frei. Die Nachlieferungsgeschwindigkeit der überwiegend organisch gebundenen Nährelemente Stickstoff, Phosphor und Schwefel wird maßgeblich von der Mineralisationsaktivität der Bodenmikroorganismen bestimmt. Bodenmikroorganismen scheiden Enzyme und organische Säuren aus. Sie können dadurch Mikronährelemente (z.B. Mangan, Eisen) und Makronährelemente (z.B. Phosphor) aus Mineralen (z.B. Eisen- und Manganoxide, Apatit) und organischen Substanzen (Humus) lösen und den Pflanzen zur Verfügung stellen. Während der Vegetationszeit der Grünlandpflanzen haben auch die Bodenmikroorganismen ihre Hauptaktivitätsperiode. Dies gewährleistet eine optimale Pflanzenernährung durch Synchronisation von Nährelementefreisetzung aus dem organischen Bodenspeicher durch Bodenmikroorganismen und Nährelementaufnahme durch die Grünlandpflanzen (biologisches Gleichgewicht zwischen Nährelementangebot und -bedarf). Die mikrobielle Biomasse im Boden ist eine wichtige Quelle und Senke für Kohlenstoff und mineralische Nährelemente (insbesondere Stickstoff, Schwefel, Phosphor). In landwirtschaftlich genutzten Böden sind 2-4 % des gesamten organischen Kohlenstoffs und 2-5 % des gesamten Stickstoffs im Boden in der Mikroflora (Bakterien, Pilze) gebunden. In Ackerböden sind in der obersten Bodenschicht (0-12,5 cm Tiefe) im Durchschnitt 720 kg Kohlenstoff, 110 kg Stickstoff, 80 kg Phosphor, 70 kg Kalium und 10 kg Kalzium pro Hektar in der mikrobiellen Biomasse gespeichert. In den Böden unter Dauergrünland sind die entsprechenden Werte aufgrund der größeren mikrobiellen Biomasse weit aus höher. Die toten Zellen der Mikroorganismen werden im Boden von der Mikrofauna rasch abgebaut. Dabei wird ein erheblicher Anteil der gespeicherten Nährelemente freigesetzt und potenziell pflanzenverfügbar. Nährelemente, die in der mikrobiellen Biomasse gebunden sind, können aufgrund der hohen Umsetzungsrate beträchtlich zur Pflanzenernährung beitragen. Außerdem werden diese Nährelemente nicht mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenschichten verlagert oder ausgewaschen. Arten der Mikrofauna (insbesondere Einzeller) fressen Bodenbakterien und -pilze. Dadurch wird der Stickstoffumsatz im Boden beschleunigt, weil der in Bakterien und Pilzen gespeicherte Stickstoff rascher

freigesetzt wird.

Maßnahmen zur Aktivierung und Förderung der Bodenlebewesen im Dauergrünland

Die wichtigsten Maßnahmen sind:

- regelmäßige Düngung in kleinen Gaben mit hofeigenen Wirtschaftsdüngern
- Anpassung der ausgebrachten Düngermenge an den zeitlichen und mengenmäßigen Nährstoffbedarf der Vegetation
- Düngung mit unterschiedlichen Düngerarten (Mist, Kompost, Gülle, Jauche)
- Düngung (Art, Menge) und Nutzungsintensität an den Standort (Ertragspotential) und aufeinander abstimmen
- Düngung nur in Zeiten erhöhter Aktivität der Bodenorganismen (etwa im Zeitraum April bis Oktober)
- Mist und Kompost fein verteilt ausbringen
- Mulchschnitt im Herbst
- Humusaufbau im Bedarfsfall (z.B. humusarme Planieböden)
- Anpassung der Stoppellänge (Schnitthöhe, Weideaufwuchshöhe) an die Witterungsverhältnisse
- Nutzungsformen kombinieren (Mähweidenutzung)
- Pflanzenarten- und Funktionstypenvielfalt fördern (im Bedarfsfall Übersaat)
- Bodenverdichtung soweit wie möglich vermeiden
- wassergesättigte Böden nicht befahren oder beweiden
- bodenschonendes Weidemanagement
- Drainagen erhalten
- Bewässerung auf halbtrockenen und trockenen Standorten
- Kalkung mit „Kohlensaurem Kalk“ im Bedarfsfall (pH unter 5,0 im Hauptwurzelraum).

Literatur

- Bohner, A., W. Starz, W. Angeringer, V. Edler und A. Steinwider, 2019: Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 1: Bodenorganismen. ÖAG-Info 2/2019. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irnding, 12 Seiten.
- Bohner, A., W. Starz, W. Angeringer, V. Edler und A. Steinwider (2019): Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 2: Lebensraum. ÖAG-Info 3/2019. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irnding, 16 Seiten.
- Steinwider, A., W. Starz, A. Bohner, W. Angeringer und V. Edler, 2019: Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten. Teil 3: Nährstoffkreisläufe. ÖAG-Info 4/2019. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irnding, 16 Seiten.

Wirtschaftsdünger als unverzichtbare Boden- und Pflanzendünger

Wolfgang Angeringer^{1*}

Zusammenfassung

Mit der richtigen Aufbereitung, Zuteilung und Lagerung der hofeigenen Wirtschaftsdünger hat der Bio-Rinderbetrieb einen wichtigen Managementschlüssel der Grünlandwirtschaft in der Hand. Dies bestätigt auch ein wachsendes Interesse der Praxis am Thema, einhergehend mit dem Strukturwandel in der Landwirtschaft, welcher auch vor dem Biolandbau nicht Halt macht. Anrufe besorgter Anrainer von bewirtschafteten Wiesen, wenn wieder die Gülleausbringung ansteht, mehren sich.

Der Grünlandwirt hat eine Vielzahl an Möglichkeiten, um seinen Wirtschaftsdünger bedarfsgerecht zuzuteilen. Dies beginnt bei der Düngeplanung, also der Zuteilung des vorhandenen Düngers je nach Standort und Nutzungshäufigkeit auf die Flächen, und endet bei der richtigen Ausbringungstechnik.

Richtig angewandt, sind alle Arten von Wirtschaftsdüngern, ob flüssig oder fest, wertvolle Nährstofflieferanten und Bodenverbesserer. Funktioniert jedoch das Zusammenspiel zwischen Ernteentzug, Bodenfruchtbarkeit und organischer Düngung nicht und wird der Kreislauf unterbrochen, zeigen uns dies Fehlentwicklungen im Pflanzenbestand auf. Die Aufgabe der Praxis ist es dann, die richtigen Hebel zu finden.

Schlagwörter: Wirtschaftsdünger, Rinderhaltung, Mist, Gülle, Jauche

Summary

Proper handling of farm-own manure and slurry is one important management tool in organic grassland farming and cattle breeding. An increasing interest for this topic of both the farmer as well as adjoining private owners can be seen as one result of structural changes in agriculture, as they are still in progress.

Grassland farmers hold a couple of treatment tools, for example proper planning of fertilizing schedules or selection of spreading techniques, in order to minimise emissions and loss of nutrients.

All types of farm-own organic fertilizers are high-value nutrient suppliers and can help to gain fertile soils. Therefore, its use and interplay has to be in a closed substance circle, otherwise we may see unvaluable processes in the grassland plant communities. The big challenge for praxis is to realize and resolve such developments.

Keywords: organic fertilizer, cattle breeding, solid manure, slurry

Einleitung

Wirtschaftsdünger, wie er aus der Rinderhaltung in Form von verschiedenen Misten, Jauchen und Gülle anfällt, aber auch Komposte unterschiedlicher Ausgangssubstrate, bilden eine wesentliche Grundlage der organischen Düngung im Biolandbau. „*Wir düngen den Boden und füttern die Mikroorganismen, nicht die Pflanzen*“, lautet eine Devise der Gründerväter des biologischen Landbaus (ÖAG 2008). Besonders für tierhaltende Betriebe mit Dauer- und/oder Wechselgrünlandwirtschaft spielt die Versorgung des Bodens mit organischer Substanz im Sinne der Kreislaufwirtschaft eine wesentliche Grundlage für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Wollen doch die unzähligen Bodenorganismen, in Summe bis zu 20 GVE/ha, gefüttert werden, um das sensible Netzwerk im Boden und letztlich die Nährstoffkreisläufe am Laufen zu halten (ÖAG 2019).

Eine regelmäßige Mahd ohne Düngung führt bei Entfer-

nung des Mähgutes langfristig zu einer Humusverarmung im Oberboden des Grünlandes (BOHNER et al. 2016). Umgekehrt führt eine Erhöhung der Schnitanzahl und Weidedurchgänge auch mit Düngung zu einer wachsenden Dichtlagerung des Bodens (BOHNER et al. 2016), sowie zu raschen, unerwünschten Zusammensetzungen der Grünlandbestände, wenn nicht entsprechend gegengelenkt wird (ANGERINGER et al. 2016). Beide Prozesse, die Aushagerung der Nährstoffspeicher in Grünlandböden, als auch ihre Übernutzung und Dichtlagerung sind Ergebnisse des fortschreitenden Strukturwandels in der Grünlandwirtschaft. Der standortgerechte, nutzungs- und mengenmäßig angepasste Einsatz der betriebseigenen, sorgfältig behandelten Wirtschaftsdünger ist ein wesentlicher Management-Schlüssel in der zeitgemäßen Grünlandwirtschaft. In diesem Artikel werden die Eigenschaften der einzelnen Wirtschaftsdüngerarten aus der Rinderhaltung und ihre Einsatzbereiche sowie Behandlungsmöglichkeiten aufgezeigt.

¹ LK Steiermark, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Murtal, Frauengasse 19, A-8750 Judenburg

* Ansprechpartner: DI Wolfgang Angeringer, wolfgang.angeringer@lk-stmk.at

Methode

Eine Literaturrecherche zur Wertigkeit und Einsatz der einzelnen Wirtschaftsdüngerarten bildet die Grundlage der vorliegenden Arbeit. Es wurde dabei der Fokus auf die Rinderhaltung gelegt, da diese im Grünlandgebiet vorherrschend ist. Vergleiche mit anderen Wiederkäuern sind dabei oftmals möglich, müssen aber in den jeweiligen Kontext gesetzt werden. Zusätzlich fließen Ergebnisse aus früheren Studien des Verfassers zum Thema ein: *On-farm* Versuch zum Einfluss von Mist- und Gülledüngung auf wichtige Bodenparameter im Dauergrünland (ANGERINGER et al. 2014), sowie auf die Pflanzenbestände in Berg-Goldhaferwiesen (ANGERINGER et al. 2013a,b; 2016). Zum Thema Rindergülle wird auf die Ergebnisse des Gülleuntersuchungsprojektes 2017 (ANGERINGER et al. 2017) zurückgegriffen. Außerdem fließen Erfahrungen aus der landwirtschaftlichen Beratungspraxis für die Besprechung der Auswirkungen bestimmter Düngesysteme auf Pflanzenbestand und feldbodenkundliche Parameter ein.

Ergebnisse und Diskussion

Fester Wirtschaftsdünger und Jauche – das Stallsystem entscheidet

Welcher Dünger am tierhaltenden Betrieb anfällt, ist vom Stallsystem abhängig (Bild 1, 2). Sind heute Laufställe mit Liegeboxen und Gülle in vielen Regionen bereits vorherrschend, ist die Kombinationstierhaltung mit Anbindeständen und Weide sowie Auslauf in Berggebieten noch häufig anzutreffen. Einfache Umbau-Lösungen, oftmals in Eigenregie durchgeführt, führen außerdem zum Anfall verschiedenster Wirtschaftsdüngerformen, die sehr betriebsindividuell sind. Dadurch, dass die Liegebereiche im Biolandbau mit organischen Materialien eingestreut werden, fällt häufig der klassische Festmist mit verschiedenen Strohanteilen an.

In Tiefstallsystemen wird beispielsweise so viel organisches Material (Stroh, Sägemehl, Miscanthus etc.) eingestreut, dass der Harn vollständig gebunden wird (BMLFUW 2017). Werden Kot und Harn getrennt gesammelt, liegen zwei verschiedene Düngerarten am Betrieb vor, die auch unterschiedlich eingesetzt werden sollen: Im festen Anteil (Mist) sind vorwiegend Phosphor und organisch gebundener Stickstoff, sowie viele weitere Mineralstoffe und Spurenelemente vorhanden, während in der Flüssigphase (Jauche) der leicht verfügbare Ammonium-Stickstoff sowie Kalium stärker vorhanden sind. Mist und Düngerwasser getrennt, oftmals gut mit Regenwasser verdünnt, fällt zum Teil auch in Tretmistsystemen an.

Durch den häufig praktizierten täglichen Auslauf auch im Winter, zunehmend auf befestigtem Untergrund mit Sammlung des anfallenden Düngerwassers, kommt es zudem zum Anfall stark verdünnter Jauchen und Güllen. Bei Weidebetrieb fällt zudem, je nach Intensität und Anteil des Weidefutters an der Sommerration, nur wenig Wirtschaftsdünger an. In Mutterkuh- und Mast- oder Aufzuchtbetrieben steht der Stall im Sommer oftmals weitgehend leer und die Tiere sind auf den Alm- und Heimweiden. Im Milchviehbetrieb fällt zumindest während der Melkzeit auch im Sommer Dünger an.

Entscheidend ist bei allen Systemen das Verhältnis von



Abbildung 1: Tretmistsystem Mutterkuhhaltung, Anfall von Festmist sowie Jauche im Fressbereich. Bild: Angeringer



Abbildung 2: Eingestreute Liegeboxen in einem für Milchvieh adaptierten, einreihigen Laufstall. Anfall von Gülle mit Strohanteil. Bild Angeringer

Kot und Harn zu Einstreu, da dadurch das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis (C:N) entscheidend beeinflusst wird. Je besser der Wirtschaftsdünger mit Einstreu durchsetzt ist, umso struktureicher ist er, und lässt Luft besser einsickern. Dadurch wird die mikrobielle Umsetzung verbessert, und neben den unvermeidlichen anaeroben (ohne Sauerstoff) können auch aerobe (mit Sauerstoff) Prozesse ablaufen. Als Richtwert wird in etwa 3kg Einstreu je GVE (Großvieheinheit = 500kg Lebendgewicht) und Tag bei einem Festmistsystem angegeben (ÖAG 2008).

Mistlagerung und Behandlung

Zum Thema Wirtschaftsdüngerlagerung und Aufbereitung sammelt der biologische Landbau seit seiner Entstehung bis heute viel Erfahrung. Besonders die Aufbereitung mit fein vermahlenden, Silizium-basierten Urgesteinsmehlen ist seit seiner Entstehung ein integraler Bestandteil der Wirtschaftsdünger-aufbereitung (ÖAG 2008). Über die Wirkung von Steinmehl wird seit seiner Anwendung diskutiert, da bei direkten Vergleichsversuchen mit mineralischer Düngung naturgemäß kein Unterschied hinsichtlich Ertrag und ähnlichen Parametern gefunden wird. In der Aufbereitung fester Wirtschaftsdünger geht es doch vorwiegend darum,



Abbildung 3: Mistrotteversuch on-farm (KÄFERBÖCK 2016) mit Umsetzung Frontlader und Hoftrac, Vliesabdeckung und Erdzugabe. Bild: Angeringer



Abbildung 4: Intensive Kompostierung auf technisch dichter Bodenplatte, Kompostwender und Wasserzuteilung. Bild: Angeringer

über die Bildung von Ton-Humus-Komplexen das Nährstoffbindungsvermögen und damit die Mikrobentätigkeit zu fördern (eg. GOTSCHALL 1992, BIO AUSTRIA 2009).

Zusammenfassend kann man sagen: Es sollten alle betrieblichen Möglichkeiten zur Verbesserung des Mistdüngers ausgeschöpft werden, damit dieser für das Bodenleben möglichst gut verdaulich wird. Der Finanz- und Arbeitskraftaufwand muss dabei im Auge behalten werden.

Einfluss von Mistdüngung auf den Boden

Dem festen Wirtschaftsdünger, insbesondere Rottemist,

wird eine gute, langfristige Düngewirkung zugeschrieben. Tatsächlich liegt der Anteil des sofort wirksamen Ammonium-Stickstoffs je nach Rottegrad zwischen 5 und 15% (BMLFUW 2017), während dieser im Durchschnitt der Rindergüllen bei 40% liegt (Abb. 1, ANGERINGER et al. 2017). Auf mageren und sauren Böden kann mit Mistdüngung rasch eine Ertragssteigerung beobachtet werden (KLAPP 1954). Der feste Wirtschaftsdünger ist deshalb als Grunddünger und Narbenschützer bei Neuanlagen, Rodungen und Verbesserungen von ausgemagerten Flächen von unschätzbarem Wert.

Ist die Grund-Nährstoffversorgung hingegen gut, liefert der Mistdünger gegenüber Gülle und Mineraldünger nicht höhere Erträge (VOIGTLÄNDER & JACOB 1987). Besonders bei höherer Nutzungsintensität blieben die Erträge im Jahresvergleich und Mistdüngung hinter denen bei Gülledüngung auf einer Berg-Goldhaferwiese im obersteirischen Pölstal (Tab. 1, ANGERINGER et al. 2013). Der Grund liegt in der jahreszeitlichen Zuteilung: Festmist kann oft nur im Herbst und Frühjahr gedüngt werden, da er oft zu grob ist, und in Klumpen gestreut wird. Dies wäre ein wesentlicher Vorteil der häufigeren Umsetzung und besseren Krümelbildung, wenn der halb-kompostierte Rottemist mit entsprechender Technik fein verteilt auch im Sommer gegeben werden kann.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass sich ein Unterschied vor allem aus dem Trockenmasseertrag ergibt, die Qualität, also der Gehalt an Rohprotein und Energie je kgTM zeigt keinen Unterschied zwischen den Wirtschaftsdüngerarten. Hierauf hat der Nutzungszeitpunkt durch das Entwicklungsstadium der Pflanzen den größten Einfluss.

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung einiger Bodenparameter bei Gülle- und Mistdüngung nach 3 Jahren (ANGERINGER et al. 2014). Dabei zeigt sich der günstige Einfluss der Mistdüngung auf die Bodengehalte von Phosphor, Kalium und Humus. Bei den Nährstoffen P und K waren in diesem Versuch auch die Bilanzen in den Mistvarianten in Relation zu Gülledüngung ausgeglichener.

BOHNER et al. 2016 stellten in einer Studie auf Dauerwie-

Tabelle 2: Entwicklung verschiedener Bodenparameter von 2009 auf 2012 in Abhängigkeit von der Behandlung (ANGERINGER et al. 2014 gekürzt, signifikante Unterschiede *p*-Werte fett, *n*=10, LSM, SEM=Modell-Mittelwert und Standardabweichung, ProcMixed).

Parameter	Gülle LSM	Mist LSM	SEM	<i>p</i>
pH (CaCl ₂)	5,9	5,9	0,06	0,6223
P mg/kg	46	52	1,9	0,0102
K mg/kg	174	221	21,8	<0,0001
Humus % (TOC)	7,2	7,5	0,23	0,0185

Tabelle 1: Trockenmasse-Erträge, Rohprotein (XP)- und Energiekonzentration (MJ NEL) in Abhängigkeit von Nutzungsintensität und Düngerart 2009-2011 (ANGERINGER et al. 2013, signifikante Unterschiede mit hochgestellten Buchstaben, *p*-Werte fett, *n*=10).

Parameter	Einheit	Nutzungsintensität			SEM	<i>p</i>	Düngerart			<i>p</i>
		*2 niedrig	3 mittel	4 hoch			Mist	Gülle	SEM	
TM-Ertrag	to/ha	12,3 ^a	11,6 ^b	12,7 ^a	245	0,0003	11,9 ^b	12,5 ^a	215	0,0060
XP-Gehalt	g/kg TM	125 ^c	139 ^b	153 ^a	1	<0,0001	139 ^a	139 ^a	1	0,4496
NEL-Gehalt	MJ/kg TM	5,69 ^c	5,81 ^b	6,01 ^a	0,01	<0,0001	5,85 ^a	5,82 ^a	0,01	0,0500

*2 Schnitte/Jahr + simulierte Herbstweide

sen im Ennstal fest, dass hinsichtlich Dichtlagerung und Humusbildung im Boden eine mittelintensive Bewirtschaftung bis 3 Nutzungen im Jahr mit angepasster Düngung für die Bodenfruchtbarkeit am besten ist. Diese Variante erzielte auch bei der Studie von ANGERINGER et al. (2013, 2014) die am besten ausgeglichenen Nährstoffbilanzen bei günstiger Entwicklung des Pflanzenbestandes. Daraus lässt sich schließen, dass eine weitere Nutzungssteigerung auch einen erhöhten pflanzenbaulichen Aufwand nach sich zieht. So ist eine regelmäßige Erneuerung intensiver Grünlandbestände ab 4 Nutzungen im Jahr mittels Pflug oder umbruchloser Bodenbearbeitung (Fräse, Kreiselegge, Rotortiller) in der Praxis bereits weithin üblich. Im dritten Teil der ÖAG-Info 2019 über die Grünlandböden werden Nährstoffentzugszahlen und Kreisläufe dargestellt.

Gülle – wie gehen wir damit um?

Gülle ist als Volldünger zu sehen, da hier alle tierischen Ausscheidungen enthalten sind. Die Eigenschaften dieses Flüssigdüngers werden in der Biolandwirtschaft seit seinem Aufkommen in den 70-er Jahren teils heftig diskutiert. Es stehen vor allem die anaeroben Fäulnisvorgänge, sowie die teils hohen Stickstoffverluste im Fokus. Die qualitativen Unterschiede sind jedoch je nach Stall- und Lagersystem, Art der Tierhaltung und Fütterungsintensität betriebsindividuell sehr verschieden (ÖAG 2017). Im Güllemonitoringprojekt der steirischen Grünlandberatung (ANGERINGER et al. 2017), wurden diese Unterschiede deutlich (Tab. 3). Je höher die Leistung, umso konzentrierter liegen die Nährstoffe in der Gülle vor.

In Tabelle 3 kann abgelesen werden, welche Nährstoffsummen bei in der Praxis üblichen Ausbringungsmengen von 10 bis 30m³ je Hektar potentiell ausgebracht werden. Daraus wird ersichtlich, bei welchen Mengen eine Überdüngung wahrscheinlich ist. Unterstellt man eine Stickstoffaufnahme von 30 bis 50kg je Hektar und Aufwuchs (je nach Standort, Pflanzenbestand und Intensität der Nutzung; z.B. BMLFUW 2017), ist eine Menge von 30m³ in allen Leistungsgruppen bereits an der Grenze.

Etwa 40% des Stickstoffs (N) in den untersuchten Gülle war als leicht verfügbarer Ammoniumstickstoff vorhanden (Abb. 1). Leistungsgruppen über 8000kg Milch liegen mit 20m³ ausgebrachter Gülle am Hektar bereits an der Grenze der N-Aufnahmekapazität eines durchschnittlichen Grünlandbestandes.

Der Stickstoffgehalt und der Anteil an leicht verfügbarem, potentiell als Ammoniak ausgasungsgefährdetem Ammonium, hängt wesentlich vom Gehalt an organischer Trockensubstanz ab. Abbildung 5 zeigt zudem den Zusammenhang

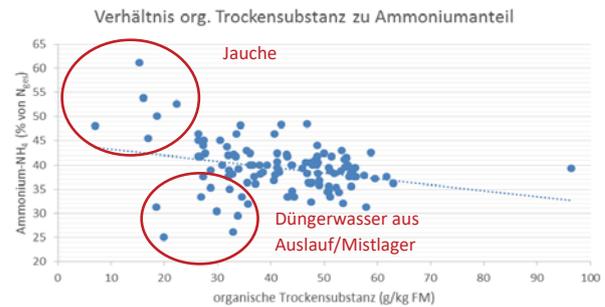


Abbildung 5: Zusammenhang Ammonium-Anteil und organische Trockensubstanz (ANGERINGER et al. 2017; N=118 Proben)

mit dem Stallsystem. Die Ausreißerwerte nach oben zeigen unverdünnte Jauchen aus Kombinationstierhaltung, während die niedrigen Werte stark mit Auslaufwasser verdünntes „Düngewasser“ anzeigen, wie es häufig in Mutterkuh- und Aufzuchtbetrieben anfällt. Für die anderen Nährstoffe gilt ebenfalls die Regel, dass die Gehalte mit steigender Leistung und Fütterungsintensität zunehmen.

Die Grünlandbestände nehmen nicht in jeder Jahreszeit gleich viel Nährstoffe auf. Eine weitere Herausforderung stellt, wie bei der Mistdüngung bereits erwähnt, deshalb die jahreszeitliche Aufteilung dar. Der N-Bedarf ist beispielsweise zu den ersten Aufwüchsen am höchsten, während er Richtung Herbst wieder abnimmt. Dies führt häufig zu einer Situation der Überdüngung im Herbst wegen begrenzter Lagerkapazitäten („die Grube muss leer sein“), sowie zu einer Unterversorgung in den Sommermonaten. Die vielen, vom Gartenlaubkäfer geplagten Zwei- und Dreischnittwiesen des oberen Murtales im Spätsommer 2019 zeigen diesen Zusammenhang.

Am stärksten betroffen sind eben jene Wiesen, die im Herbst und Frühjahr gedüngt werden, und den Rest des Jahres leer ausgehen. Jene Grasnarben, die nach dem ersten Schnitt im Jahr 2019 eine geringe Menge (10-15m³/ha) verdünnter Gülle, Jauche oder auch Düngewasser bekommen haben, sind bei den nächsten Regenfällen umso schneller wieder regeneriert. Umgekehrt laufen jene Wiesen Gefahr zu unkrauten, die zu viel Gülle, vorzugsweise im Herbst und Frühjahr bekommen. Der stellenweise invasiv gewordene Stumpfbblatt-Ampfer in vielen Wiesen zeigt in trockenen Jahren den Zusammenhang zwischen schwacher Grasnarbe und leicht verfügbarer Nährstoffe in der Tiefe. Grundsätzlich kann gezeigt werden, dass der Anteil problematischer Grünlandarten in Gülle gedüngten Wiesen mit zunehmender Nutzungshäufigkeit zunimmt, wenn die wertvollen Arten

Tabelle 3: Nährstoffsumme in Abhängigkeit von ausgebrachter Menge und Leistungsgruppe (ANGERINGER et al. 2017, N=118 Proben, nach Leistungshöhe gruppierte Mittelwerte)

Ausgebrachte Mengen in kg/ha	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3			Gruppe 4		
	10m ³	20m ³	30m ³	10m ³	20m ³	30m ³	10m ³	20m ³	30m ³	10m ³	20m ³	30m ³
N _{ges}	20	40	60	24	48	72	30	60	90	33	66	99
P ₂ O ₅	7	14	21	7	14	21	10	20	30	11	22	33
K ₂ O	29	58	87	29	58	87	32	64	96	30	60	90
CaO	56	112	168	44	88	132	63	126	189	86	172	258
MgO	5	10	15	6	12	18	8	16	24	8	16	24

Leistungsgruppen: 1= MuKu, Low-Input Milch, 2= 6000-8000kg, 3=8000-10.000kg, Stiermast, 4= >10.000kg

Tabelle 4: Liste Wiesenarten mit Präferenz für eine bestimmte Nutzungsart im Pölstaler Versuch (verändert n. ANGERINGER et al. 2013a, nach 3 Versuchsjahren, n=10, grau: problematische Arten). Entwicklung ohne begleitende Nachsaat.

2 Nutzungen „Traditionell“	2-3 Nutzungen „Mittelintensiv“	Mittelintensiv Rottemist	4 Nutzungen „Intensiv“ Mist	Intensiv Gülle
<i>Gräser</i>				
Goldhafer Glatthafer	Schmalblatt- Rispengras	Wiesen-Schwingel (Schmalblatt-Rispengras)		Englisch-Raygras Knautgras Gemeines Rispengras
<i>Leguminosen</i>				
		Rotklee	Weißklee	Wiesen-Rotklee
<i>Kräuter</i>				
Wiesen-Pippau (Löwenzahn)	Schafgarbe Berg-Frauenmantel		Gundelrebe Gewöhnlich- Hornkraut	Stumpfbblatt-Ampfer Weiß-Taubnessel Sauerampfer Wiesenkümmel



Abbildung 6: Verdünnungsstufen einer Rindergülle im Schalfeltest: links unverdünnt, li. Mitte, rechts 30% verdünnt, re. Mitte separierte Gülle. Bild: Angeringer

nicht gezielt mittels Nachsaaten gefördert werden (Tab. 4). Hinsichtlich der technischen Möglichkeiten bei der Gülleausbringung ist in den letzten Jahren viel geschehen. Hier soll nur noch kurz auf das Thema Verdünnung eingegangen werden. Bild 6 zeigt verschiedene Verdünnungsstufen einer Rindergülle. Bereits ab einer 30% Verdünnung mit Wasser, in diesem Fall aus einem Wasserspeicher direkt in die Grube geleitet und aufgemixt, steigt die Fließfähigkeit der Gülle stark an, und kann mit einer Verschlauchung problemlos ausgebracht werden. Die Ammoniak-Abgasung kann dadurch verringert werden (Bild 7, vgl. ÖAG 2017).

Aufteilung des Wirtschaftsdüngers – abgestufter Wiesenbau

Die vorhin aufgezeigten Herausforderungen bringen einen deutlichen Rückschluss für die Praxis, wie eingangs bereits erwähnt: die zeitlich bedarfsgerechte Zuteilung der Wirtschaftsdünger, angepasst an die Nutzungsart, bestimmt wesentlich die Ausbildung eines wertvollen Grünlandbestandes (DIETL & JORQUERA 2006). In den ÖAG Merkblättern über die abgestufte Nutzung im Grünland (ÖAG 2016) so-



Abbildung 7: Gülleverschlauchung mit bodennaher Ausbringung mittels Schleppschauch. Bild: Angeringer

wie zum Thema Gülle (ÖAG 2017) werden Beispiele für die Aufteilung des Wirtschaftsdüngers auf die Flächen je nach Nutzungsintensität und Jahr präsentiert. Die Grünlandberatung von Bio Austria und Landwirtschaftskammer bieten bereits seit längerer Zeit Beratungsprodukte zum Thema an, da die Lösungen immer betriebsindividuell zu sehen sind.

Gute Hilfsmittel zum Thema sind zudem auf der Homepage des Bio-Institutes Raumberg-Gumpenstein zu finden (z.B. Weideplaner). Weiters hilft der lk-Düngerrechner (www.lko.at) bei der Erstellung von Düngeplänen, und hilft mit einer einfachen „Hoftorbilanz“ bei der Darstellung der Intensitätsstufen und Einschätzung des Düngebedarfs. Der Standort kann einfach unter Zuhilfenahme der elektronischen Bodenkarte „eBod“ (www.bodenkarte.at) mit berücksichtigt werden

Schlussfolgerung

Die bedarfsgerechte, den Standort berücksichtigende, Zuteilung der Wirtschaftsdünger stellt den Schlüssel für leistungsfähige Grünlandbestände dar. Bei den Lagerungs- und Behandlungsmöglichkeiten der festen und flüssigen Wirtschaftsdünger ist über viele Jahre bereits viel Wissen

in der Praxis gesammelt worden. So sollte die Lagerung von Festmist in luftigen Mieten mit einer oder zwei Umsetzungen, die Abdeckung mit Vlies sowie die Zugabe von Steinmehl oder tonhaltiger Erde bereits gelebte Landwirtschaftspraxis sein. Als Draufgabe kann die Lagerung auf technisch dichter Fläche und Sammlung des Düngewassers gesehen werden. Die Herausforderungen beim Gölledünger beziehen sich wesentlich auf die Ausbringungszeitpunkte und -technik. Eine ausreichende Lagerkapazität ermöglicht zudem eine Verdünnung mit Wasser und hilft bei der jahreszeitlichen Zuteilung. Eine betriebsindividuelle Düngeplanung ist heutzutage durch kostenlos verfügbare Hilfsmittel leicht durchführbar, und stellt die Grundlage der Zuteilung dar. Werden diese Grundsätze beachtet, und sind die Grünlandbestände an den jeweiligen Standort und Nutzungsintensität angepasst, bleiben die Wiesen und Weiden auch in Zukunft leistungsfähig. Zu beachten ist immer, dass jede Änderung der Nutzung und Düngung, auch zu einer Änderung des Pflanzenbestandes führt, auf die rechtzeitig reagiert werden muss.

Literatur

- ANGERINGER W., STARZ W., PFISTER R., ROHRER H. & G. KARRER (2013a): Wirkung verschiedener Nutzungsintensitäten auf montane Goldhaferwiesen im Biolandbau. In: D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm & U. Köpke (Hrsg.) (2013): *Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung*. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, März 2013: 172-175.
- ANGERINGER W., STARZ W., PFISTER R., ROHRER H. & G. KARRER (2013b): Nutzungsgrenzen montaner Heuwiesen – Ergebnisse eines 3-jährigen on-farm-Feldversuches im obersteirischen Pölstal. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 07. November 2013, Proceedings: 69-74.
- ANGERINGER W., STARZ W., PFISTER R., ROHRER H. & G. KARRER (2014): Einfluss von Mist- und Gölledüngung auf wichtige Bodenparameter im Dauergrünland. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, November 2014, Tagungsband: 93-100.
- ANGERINGER W., WEBER CH. & G. FREUDENBERGER (2017): Gülle besser verstehen – Ergebnisse des Gülleuntersuchungsprojektes 2017. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, November 2017, Tagungsband: 69-74.
- BIO AUSTRIA (2009): *Bodenhandbuch für das Grünland*. Schulungsunterlage für die Bodenpraktiker Ausbildung. Linz, S. 130.
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg., 7. A.] (2017): *Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland*. S. 115.
- BOHNER A., FOLDAL B.C. & R. JANDL (2016): Kohlenstoffspeicherung in Grünlandökosystemen – eine Fallstudie aus dem österreichischen Berggebiet. *Die Bodenkultur* 67 (4): 225-237.
- DIETL, W. & J. LEHMANN (2006): *Ökologischer Wiesenbau. Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden* (2. A.). avBuch im Ö. Agrarverlag S. 136.
- GOTSCHALL, R. (1992): *Kompostierung*. 5. Aufl., Verlag C.F. Müller, Karlsruhe.
- KÄFERBÖCK, Ch. (2016): Einfluss verschiedener Lenkungsmaßnahmen auf die Mistrotte im biologisch-dynamischen Landbau. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien, S. 135.
- KLAPP E. (1954): *Wiesen und Weiden* (2.A.). Verlag Paul Parey Berlin, S. 519.
- ÖAG- ÖSTERREICHISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR GRÜNLAND UND FUTTERBAU (2008): *Wirtschaftsdünger im Biolandbau – Aufbereitung und Einsatz*. ÖAG Info 3.
- ÖAG (2016): *Abgestufte Nutzung im Biogrünland*. ÖAG Info 1.
- ÖAG (2017): *Gülle als wertvoller Wirtschaftsdünger im Bio-Grünland*. ÖAG Info 1.
- ÖAG (2019): *Grünlandböden – Bodenleben aktivieren und Qualität erhalten*. ÖAG Info 2-4.
- VOIGTLÄNDER G. & H. JACOB (1987): *Grünlandwirtschaft und Futterbau*. Ulmer Stuttgart S. 480.

Anmerkung: Alle ÖAG-Broschüren können zum Selbstkostenpreis auf <https://gruenland-viehwirtschaft.at/> bestellt werden. Mitglieder haben Zugang zu den Pdf-Dateien.

Mineralische Ergänzungsdünger im Grünland

Walter Starz^{1*}, Andreas Steinwider¹, Daniel Lehner¹, Rupert Pfister¹ und Hannes Rohrer¹

Zusammenfassung

Im Bio-Grünland sind Wirtschaftsdünger die wichtigsten Düngstoffe. Doch ein genauer Blick auf die Hoftorbilanz von Betrieben verdeutlicht, dass nicht immer alle Nährstoffe ausgeglichen vorliegen. Für eine langfristige Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit müssen daher auch einzelne Nährstoffe im Auge behalten werden. Im Dauergrünland sind dies besonders Phosphor und Schwefel, denen in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden sollte.

Schwefel ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und die Immissionen aus der Atmosphäre gingen seit 1980 stark zurück. Unter diesen Rahmenbedingungen wurde der Einsatz eines biotauglichen elementaren Schwefeldüngers („Sulfogüll plus“ von BvG) auf einer 4-schnittigen Dauerwiese getestet. Vier Schwefeldüngungsstufen von 0 (S0), 30 (S30), 60 (S60) und 90 (S90) kg S/ha stellten die Versuchsvarianten dar. Variante S60 und S90 erreichten signifikant höhere TM- (S60 10.779 und S90 11.073 kg/ha), XP- (S60 1.749 und S90 1.798 kg/ha) und Energieerträge (S60 64.008 und S90 65.370 MJ/ha) als die Variante ohne S-Ergänzung (S0: TM: 9.947 kg/ha, XP: 1.569 kg/ha, Energie: 58.434 MJ NEL/ha). Ein Ziel der Bio-Landwirtschaft ist es, möglichst hohe Eiweißerträge aus dem Grünland zu erreichen, in diesem Fall wird die Beachtung der Schwefelversorgung in Zukunft eine wichtigere Rolle spielen.

Schlagwörter: Schwefel, Phosphor, Biologische Landwirtschaft, Nährstoffe, Düngung

Summary

In organic grassland, farm manures are the most important fertilizers. However, a closer look at the farm gate balance makes clear, not all nutrients are always well balanced. For this reason, some nutrients have to be kept in mind for long-term maintenance of soil fertility. In permanent grassland, especially phosphorus and sulphur should receive more attention in the future.

Sulphur is an important plant nutrient and immissions from the atmosphere decreased since 1980. In an experiment an elementary sulphur fertilizer („Sulfogüll plus“ from BvG) was tested on an organic 4-time cutting permanent grassland. Four sulphur fertilization levels of 0 (S0), 30 (S30), 60 (S60) and 90 (S90) kg S ha⁻¹ represented the variants. Variant S60 and S90 reached the significant highest DM- (S60 10,779 and S90 11,073 kg ha⁻¹), CP- (S60 1,749 and S90 1,798 kg ha⁻¹) and energy yields (S60 64,008 and S90 65,370 MJ ha⁻¹) compared to Variant S0 (DM: 9,947 kg ha⁻¹, XP: 1,569 kg ha⁻¹, energy: 58,434 MJ NEL ha⁻¹). One aim in organic farming is to obtain high yields of protein from the grassland and in this case, the sulphur supply should play an important role in future.

Keywords: sulfur, phosphorus, organic farming, nutrients, fertilization

Einleitung

Die Ziele im Bio-Grünland sind möglichst geschlossene Nährstoffkreisläufe sowie ein aktives Bodenleben zu erreichen. Damit sich diese Ziele erreichen lassen, sind die hofeigenen Wirtschaftsdünger die wertvollste Basis und damit ein unverzichtbarer Teil im Grünlandsystem. In jüngster Zeit wurde zunehmend deutlich, dass darüber hinaus aber auch die Einzelnährstoffbilanzierung am Bio-Betrieb wichtig ist. Nachhaltigkeit erfordert, dass über die Produkte exportierte Nährstoffe auch wieder in bodenschonender Form auf die jeweiligen Flächen zurückkommen müssen.

In erster Linie sind es Milch und Fleisch, die den Grünland-Betrieb verlassen. Die darin enthaltenen und exportierten Nährstoffe stellen eine nicht unwesentliche Größe dar (Tabelle 1).

Ein beispielhafter Grünland-Milchviehbetrieb mit 39 GVE,

der 150.000 kg Milch (mit 3,4 % Eiweiß), 6 Altkühe mit 600 kg, 6 Kalbinnen mit 580 kg und 12 Kälber mit 85 kg Lebendgewicht pro Jahr verkauft, exportiert pro Betrieb und Jahr ca. 1.010 kg N, 211 kg P, 239 kg K und 61 kg S (Tabelle 2). Bei einer Eigenfläche von 28 ha (1,4 GVE/ha) würden dies etwa 36 kg N, 8 kg P, 9 kg K und 2 kg S pro Hektar entsprechen.

Je nach Höhe der zugekauften Kraftfutter- und Mineralstoff-Futtermittel werden diese Nährstoff-Bilanzen etwas weniger negativ bis ausgeglichen (Wieser et al., 1996). Besonders zu beachten ist die Hoftorbilanz auf Gemischtbetrieben, wenn auch noch Marktfrüchte verkauft werden. Dies gilt darüber hinaus auch für Grünlandbetriebe welche Grundfutter oder Wirtschaftsdünger exportieren. Hier verlassen Nährstoffe auch über den Verkauf dieser Produkte den Betrieb. Damit sich die Betriebe nährstoffmäßig nicht nach unten schrauben und die Böden an Ertragsfähigkeit einbüßen, sind Anpassungs- und Optimierungsstrategien notwendig.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

Tabelle 1: Durchschnittliche Exporte der vier Hauptnährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K) und Schwefel (S) pro 1 kg Milch bzw. je 1 kg Lebendrind (Whitehead, 2000)

Nährstoffexport		pro 1 kg Milch	Nährstoffexport		pro 1 kg LG-Rind
N	g/l	5,45	N	g/kg LG	24
P	g/l	0,95	P	g/kg LG	8,6
K	g/l	1,5	K	g/kg LG	1,7
S	g/l	0,30	S	g/kg LG	1,3

Tabelle 2: Jährlicher Nährstoffexport über Verkaufsprodukte pro Hof bzw. pro ha Eigenfläche für einen Beispielsbetrieb mit 150.000 kg Liefermilch, 6 verkauften Altkühen, 6 Kalbinnen und 12 verkauften Kälbern pro Jahr bei 28 ha Eigenfläche

		Nährstoffexport Milch		Nährstoffexport pro Jahr (Beispielsbetrieb)	Nährstoffexport je ha u. Jahr (Beispielsbetrieb)
N	kg/Jahr	818	194	1.012	36
P	kg/Jahr	143	70	212	8
S	kg/Jahr	45	11	56	2
K	kg/Jahr	225	14	239	9

Von den Hauptnährstoffen ist der Stickstoff jener Nährstoff, der am Grünlandbetrieb am besten durch eine verlustarme Lagerung und Ausbringung beeinflussbar ist (Amon et al., 2005, Amon et al., 2006). Unvermeidbare Verluste sind am Bio-Betrieb nur über die Leguminosen auszugleichen. Daher muss auch am Grünlandbetrieb der Leguminosenförderung verstärktes Augenmerk geschenkt werden. Kalium ist am Grünlandbetrieb nicht, bzw. nur in den seltensten Fällen, im Mangel vorhanden. Die mineralischen Grünlandböden haben in der Regel ausreichend Vorräte und eine ergänzende Düngung ist meist nicht notwendig. Demgegenüber kann es bei Phosphor anders aussehen. Hier können die Vorräte im Boden auf einem deutlich niedrigeren Niveau sein und in den meisten Fällen weist dieser Nährstoff auf Bio-Betrieben, insbesondere bei geringem Kraftfutterzukauf, eine negative Hoftor-Bilanz auf (Starz et al., 2013). Phosphor ist neben Schwefel essentiell für ein optimales Wachstum der Leguminosen. Dabei ist es nicht die Pflanze an sich, die diese Stoffe zum überwiegenden Teil benötigt, sondern die Rhizobien in den Knöllchen der Wurzeln.

Tabelle 3: Durchschnittstemperaturen und Niederschlagssummen am Versuchstandort im langjährigen Mittel (1981-2010) sowie für die einzelnen Monate

Monat	Temperatur in °C				Niederschlag in mm			
	Mittel 1981-2010	2016	2017	2018	Mittel 1981-2010	2016	2017	2018
Jan	-3,5	-1,3	-6,26	0,26	65	99,4	39,8	99,4
Feb	-1,6	3,3	2,25	-3,10	50	104,8	32,8	17,9
Mär	2,5	4,7	7,15	3,25	82	13,5	98,4	38
Apr	6,9	9,4	7,86	12,65	57	46,1	94,4	17,2
Mai	12,1	12,6	14,01	15,15	98	122,6	48,3	80,6
Jun	15,1	17,1	18,93	17,28	138	161,4	124,3	155,1
Jul	16,8	19,0	18,62	18,61	167	169,7	239,2	83
Aug	16,2	17,9	19,37	19,67	149	147,5	195,7	111,7
Sep	12,1	15,6	11,70	15,36	113	73,8	90,6	50
Okt	7,4	8,4	10,05	11,05	81	67,1	130,6	155,5
Nov	1,8	2,6	2,90	4,99	71	28,2	69,8	24,2
Dez	-2,6	-0,1	-1,07	0,23	70	53,5	77	167
Jahr	6,9	9,1	8,8	9,6	1.142	1.088	1.241	1.000
Summe Jan-Okt:	8,4	10,7	10,4	11,0	1.000	1.006	1.094	808
Summe Apr-Okt:	12,4	14,3	14,4	15,7	803	788	923	653

Unter den in der Bilanzierung zu beachtenden Nährstoffen rückte gerade der Schwefel in den letzten Jahren wieder vermehrt in den Focus. Durch die Verbrennung fossile Energieträger gelangten bis in die 1980er Jahre hohe Mengen an Schwefeldioxid in die Atmosphäre (Anderl et al., 2016) und über Immissionen auf die Flächen zurück (40 bis 80 kg S pro ha), die Schwefeldüngung stellte lediglich ein Randthema dar. Im Dauergrünland reichte eine übliche Wirtschaftsdüngergabe zur ausreichenden S-Rücklieferung aus (Diepolder und Raschbacher, 2009). Da heute der Schwefeleintrag über Regen und „Feinpartikel“ im Bereich von unter 10 kg pro ha liegt, kann zum Beispiel auf ertragreichen und leichten, flachgründigen, humusarmen Böden ein Schwefelergänzungsbedarf bestehen. An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde beispielsweise im Jahr 2016 und 2017 ein S-Eintrag über Niederschlag von 2-3 kg S/ha festgestellt. In jüngster Zeit konnten in Versuchen mit Klee gras deutliche Ertragseffekte durch eine S-Düngung festgestellt werden (Böhm, 2016). Da sowohl Schwefel als auch Phosphor, neben anderen Mineralstoffen und Spurenelementen, essentiell für ein optimales Leguminosenwachstum sind, sollte diesen beiden Nährstoffen gerade in der Bio-Landwirtschaft vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dies kann auch ein wichtiger Baustein zur Leguminosenförderung und somit auch zur Optimierung der N-Bilanz und Eiweißversorgung darstellen.

Material und Methoden

Folgend werden drei unterschiedliche Versuche beschrieben, die am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein am Standort Trautenfels durchgeführt wurden bzw. werden. Bei diesen stand bzw. steht die ergänzende Düngung mit Schwefel bzw. Phosphor im Vordergrund. Diese drei Versuche wurden auf einer zertifizierten Bio-Fläche durchgeführt und befanden sich in räumlicher Nähe zueinander (Breite: 47° 30' 52" N, Länge: 14° 3' 50" E, 740 m Seehöhe, 6,9 °C Ø Temperatur, 1.142 mm Ø Jahresniederschlag). Zwei der Versuche befanden sich auf einer langjährigen Dauergrünlandfläche, auf welcher sich die Versuchspartellen (4 x 4 m) befanden. Für die Anlage des dritten Versuchs wurde ein Grünlandumbruch durchgeführt und die Fläche mit einer Dauergrünlandmischung

(Nachsaatmischung VS und Ni der ÖAG) eingesät. Beim Bodentyp am Standort handelt es sich um einen Braunlehm (pH 6,2, 42,1 mg P/kg, 121 mg K/kg, 10,3 % Humus, 11,3 % Ton, 637 mg S/kg und 23,9 mg SO₄/kg). Die Witterung der Versuchsjahre 2016-2018 ist in Tabelle 3 dargestellt.

Von 2016 bis 2017 wurde im Rahmen einer Masterarbeit (Kiendler, 2018) eine Untersuchung zum Einsatz von elementarem Schwefel im Dauergrünland durchgeführt (**Versuch 1**). Dafür wurde eine einfaktorielle, randomisierte Blockanlage mit 4 Varianten und 4 Wiederholungen angelegt (in beiden Jahren auf denselben Parzellen). Die zusätzliche mineralische Ergänzung erfolgte in beiden Versuchsjahren im Frühling mit elementarem Schwefel (pulverförmiges Produkt „Sulfogüll plus“ der Firma BvG mit 90 % Rein-Schwefel, welches in die Gülle eingemixt wurde). Die Wirtschaftsdüngergabe wurde zu 5 Terminen mit Gülle durchgeführt (im Frühling und nach jedem der 4 Schnitte), wobei die auszubringende Menge mit 150 kg N/ha und Jahr (S-Eintrag über Gülle 16,3 kg/ha) festgesetzt wurde. Vier unterschiedliche Schwefel-Ergänzungsdünger-Niveaus 0 (**S0**), 30 (**S30**), 60 (**S60**) und 90 kg/ha (**S90**) bildeten dabei die Versuchsvarianten (kalkuliert auf Basis von Rein-Schwefel).

Der zweite, auf einer Dauergrünlandfläche angelegte und noch laufende Versuch, wird seit dem Jahr 2018 durchgeführt. Im Rahmen dieses Berichtes erfolgt die Darstellung der Ergebnisse aus dem ersten Versuchsjahr (**Versuch 2**). In einer zweifaktoriellen Spaltanlage wird der Effekt einer periodischen Nachsaat (keine, regelmäßig im Frühling oder im Herbst mit 10 kg/ha ÖAG-Mischung Ni), sowie einer ergänzenden mineralischen Düngung mit Phosphor und Schwefel getestet. Dabei bildeten die Nachsaatvarianten die Versuchsspalten und innerhalb der Spalte wurden die vier Düngervarianten (reine Gülle, Gülle + Phosphor, Gülle + Schwefel und Gülle + Phosphor und Schwefel) randomisiert. Alle Prüfglieder wurden vierfach wiederholt. Folgend wird nur auf den Faktor Düngung weiter eingegangen. Alle Versuchspartellen wurden mit Gülle zu fünf Terminen (im Frühling und nach jedem der 4 Schnitte) gedüngt. Dabei wurden 140 kg N/ha und Jahr aufgewendet. In der ersten Variante (**G**) wurde ausschließlich Gülle gedüngt. In der zweiten Variante (**GP**) erfolgte bei der Frühlingsgabe der Gülle eine zusätzliche Düngung mit 30 kg P/ha (Hyperkorn mehlflein

mit 29 % P₂O₅), welches vorab in Wasser eingerührt wurde und über speziell angefertigte Gölleießkannen auf den Parzellen ausgebracht wurde. In Variante drei (**GS**) wurde im Frühling 50 kg S/ha (Sulfogüll plus pulverförmig der Firma BvG mit 90 % Rein-Schwefel) und in Variante vier (**GSP**) sowohl 50 kg S/ha als auch 30 kg P/ha in Wasser eingerührt und auf die Parzellen zusätzlich zur Göllegabe gedüngt.

Für den dritten Versuch wurde eine Dauergrünlandfläche im Sommer 2017 umgebrochen und im Anschluss mit den ÖAG Mischungen VS sowie Ni eingesät (**Versuch 3**). 2018 wurde das neu eingesäte Flächenstück als 4-Schnittwiese geführt und erst im Herbst 2018 erfolgte das Einmessen der 4 x 4 m Parzellen. Für die zweifaktorielle Blockanlage in 4-facher Wiederholung wurden 32 Parzellen angelegt. Dabei stellte ein Versuchsfaktor die Schwefeldüngung (keine S-Düngung, elementarer Schwefel, Gips oder Kieserit) und ein weiterer Versuchsfaktor der Zeitpunkt der Ausbringung der eingesetzten Schwefeldünger (Herbst oder Frühling) dar. Daraus ergaben sich je Zeitpunkt vier S-Düngerstufen mit 0 kg S/ha (0), 50 kg S/ha Ergänzungsdüngung über elementaren Schwefel (E, pulverförmig 90 % S), 50 kg S/ha über Gips (G, granuliert 15 % S) und 50 kg S/ha über Kieserit (K, granuliert 20 % S). Der pulverförmige elementare Schwefel wurde, wie bei den beiden vorhin beschriebenen Versuchen in Wasser eingerührt und mit Gölleießkannen ausgebracht. Die granulierten Dünger Gips und Kieserit wurden mittels Hand auf den Versuchsflächen gleichmäßig ausgestreut. Die Wirtschaftsdüngergabe wurde bei allen Flächen einheitlich mit Gülle (140 kg N/ha aufgeteilt auf 5 Terminen, siehe oben).

Die Schnittnutzung erfolgte in allen Versuchen mit derselben Methode. Zur Ernte wurde der Einachsmäher auf eine Schnitthöhe von 5 cm eingestellt. Vom frischen Erntegut wurden Proben mit einem Stecher gezogen und rasch weiterverarbeitet. Ein Teil dieser Probe wurde über 48 Stunden im Trockenschrank bei 105 °C auf Gewichtskonstanz getrocknet. Aus einem weiteren Teil der Probe wurden vom schonend getrockneten Material (bei 45 °C) die Rohnährstoffe und die Mineralstoffe (aus säurebehandelter XA im ICP) sowie mittels Regressionsgleichungen (DLG, 1997) die Verdaulichkeiten und Energiegehalte in MJ NEL aus den Rohnährstoffen errechnet. Die Bestimmung des Schwefelgehaltes erfolgte mittels

Tabelle 4: Mengen- und Qualitätserträge sowie Gehalte und Erträge an Schwefel (S) und Phosphor (P) für die vier Varianten und die beiden Versuchsjahre (Versuch 1)

Parameter	Einheit	Variante (V)				Jahr (J)		s _e	V	p-Wert	
		S0	S30	S60	S90	2016	2017			J	V x J
TM-Ertrag	kg TM/ha	9.947 ^b	10.361 ^{ab}	10.779 ^a	11.073 ^a	12.212 ^a	8.868 ^b	532	0,004	<0,001	0,341
	SEM	289	300	289	300	256	256				
XP-Ertrag	kg/ha	1.569 ^b	1.647 ^{ab}	1.749 ^a	1.798 ^a	1.950 ^a	1.431 ^b	114	0,005	<0,001	0,653
	SEM	59	62	59	62	52	52				
Energie-Ertrag	MJ NEL/ha	58.434 ^b	61.523 ^{ab}	64.008 ^a	65.370 ^a	72.110 ^a	52.558 ^b	3.174	0,002	<0,001	0,359
	SEM	1.492	1.563	1.492	1.563	1.264	1.264				
P-Gehalt	g/kg TM	4,62 ^a	4,52 ^{ab}	4,46 ^b	4,51 ^{ab}	4,66 ^a	4,39 ^b	0,11	0,042	<0,001	0,780
	SEM	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06				
P-Ertrag	kg/ha	45,6 ^b	46,4 ^{ab}	47,7 ^{ab}	49,5 ^a	56,0 ^a	38,6 ^b	2,28	0,025	<0,001	0,601
	SEM	1,52	1,56	1,52	1,56	1,41	1,41				
S-Gehalt	g/kg TM	2,87	2,91	2,96	2,94	2,62 ^b	3,22 ^a	0,10	0,380	<0,001	0,480
	SEM	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03				
S-Ertrag	kg/ha	27,9 ^b	29,4 ^{ab}	31,1 ^a	31,8 ^a	31,8 ^a	28,3 ^b	1,56	0,001	<0,001	0,164
	SEM	0,82	0,85	0,82	0,85	0,72	0,72				

Abkürzungen: p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer
TM: Trockenmasse, XP: Rohprotein, NEL: Netto Energie Laktation, P: Phosphor, S: Schwefel

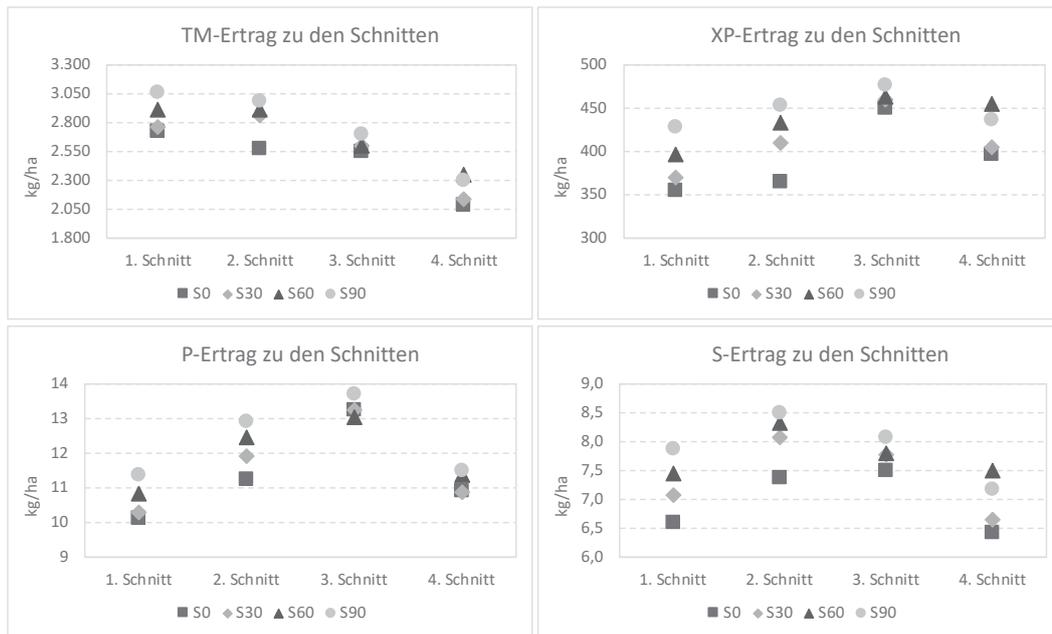


Abbildung 1: Mengen- und XP-Ertrag sowie P- und S-Ertrag zu jedem der vier Schnitte und für jede der vier S-Düngervarianten (S0-S90, Versuch 1)

Schwefel (**Versuch 1**) erreichten die Düngerstufen 60 und 90 kg S/ha und Jahr mit 10.779 bzw. 11.073 kg TM/ha einen signifikant höheren Mengenertrag als die nicht gedüngte Variante **S0** (Tabelle 4). Variante **S30** zeigte hingegen keine Unterschiede zu allen übrigen Varianten. Dieselben Unterschiede konnten ebenfalls bei den Qualitätserträgen (XP und NEL) beobachtet werden. Im Vergleich zur nicht mit Schwefel gedüngten Kontrollvariante (**S0**)

Elementaranalyse im Vario max CNS (Firma Elementar). Für die statistische Auswertung der Daten wurde Proc Mixed (SAS 9.4) herangezogen. Bei den beiden Blockanlagen (Versuch 1 und 3) wurden die Wiederholung sowie die Versuchsspalte als zufällig (random) angenommen. Im Versuch 2 (Spaltanlage) wurde die Wechselwirkung aus Nachsaatstreifen und Düngung innerhalb eines jeden Streifen als Messwiederholung (repeated/subject) zusätzlich angegeben. Als Hauptfaktoren wurden in den Modellen die Düngermenge bzw. Düngerart, das Versuchsjahr, der Düngungszeitpunkt, der Aufwuchs (variiert je nach Versuch) sowie die Wechselwirkungen dieser herangezogen. Die Ergebnisse werden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ als Least Square Means mit dem Standardfehler angegeben.

erzielte die mit 90 kg S/ha und Jahr gedüngte Variante **S90** im Mittel über beide Versuchsjahre einen um 229 kg höheren XP-Ertrag je ha. Der Gehalte an Phosphor war in der nicht gedüngten Kontrolle (**S0**) mit 4,62 g/kg TM am höchsten (Tabelle 4). Beim P-Ertrag wies die Variante **S0** mit 45,6 kg/ha den geringsten Wert auf und lag signifikant unter dem P-Ertrag von 49,5 kg/ha der Variante **S90**. Der S-Gehalt unterschied sich nicht zwischen den Varianten, jedoch wurden beim S-Ertrag in den Variante **S60** (31,1 kg/ha) und **S90** (31,8 kg/ha) gegenüber der Variante **S0** (27,9 kg/ha) die signifikant höchsten S-Erträge festgestellt. Die Effekte zeigten sich in beiden Versuchsjahren, es wurde keine signifikanten Wechselwirkungen von Variante und Jahr festgestellt (Tabelle 4). Bei Betrachtung der einzelnen Schnitte zeigten sich die stärksten Unterschiede zwischen der ungedüngten Kontrolle (**S0**) und der mit 90 kg S/ha gedüngten Variante (**S90**) beim ersten und zweiten Schnitt (Abbildung 1).

Ergebnisse

Während der zweijährigen Düngung mit elementarem

Tabelle 5: Mengen- und Qualitätserträge bei unterschiedlichen mineralischen Ergänzungen von Schwefel und Phosphor im Versuchsjahr 2018 (Versuch 2)

Parameter	Einheit	Düngung				s_e	N	p-Wert		
		G	GP	GS	GSP			D	WH	N*D
TM-Ertrag	kg TM/ha	9.547	10.157	10.058	10.368	782	0,561	0,133	<0,001	0,906
	SEM	222	222	222	222					
XP-Ertrag	kg/ha	1.626	1.773	1.803	1.880	181	0,775	0,113	<0,001	0,987
	SEM	58,3	58,3	58,3	58,3					
Energie-Ertrag	MJ NEL/ha	58.504	62.324	61.503	63.045	4.745	0,432	0,137	<0,001	0,784
	SEM	1.294	1.295	1.295	1.295					
P-Ertrag	kg/ha	39,5	41,9	41,0	41,5	4,09	0,438	0,416	0,214	0,501
	SEM	1,01	1,01	1,01	1,01					
S-Ertrag	kg/ha	32,1	34,3	35,2	35,1	3,03	0,519	0,070	<0,001	0,805
	SEM	0,79	0,79	0,79	0,79					

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (ohne, Frühling oder Sommer - nicht Teil dieses Beitrages), D: Düngung (ohne und mit Phosphor bzw. Schwefel Ergänzung), WH: Wiederholung, N*D: Wechselwirkung aus Nachsaatzeitpunkt und Düngung
 Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling, GSP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling
 S: Schwefel, P: Phosphor, p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e : Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante bzw. der Jahre

Nach dem ersten Versuchsjahr zeigte im zweiten, aktuell noch laufenden Versuch, weder die Schwefel- (GS) noch die Phosphordüngung (GP) signifikante Effekte beim Mengenertrag (**Versuch 2**). Auch die Kombination der beiden Dünger (GSP) zeigte noch keine Unterschiede, wobei numerisch Variante GSP mit 10.368 kg TM/ha die höchsten Erträge aufwies (Tabelle 5). Generell wurde in jenen Varianten mit einer mineralischen Ergänzungsdüngung (GP, GS und GSP) numerisch höhere Mengenerträge als in der Kontrollgruppe (G) festgestellt. Beim Rohprotein-ertrag erreichte ebenfalls die Variante mit der Schwefel- und Phosphorkombination (GSP) mit 1.880 kg/ha numerisch den höchsten Ertrag. Diese numerischen höheren Erträge zeigten sich auch in allen übrigen in Tabelle 5 dargestellten Parametern. Bei Betrachtung der Ergebnisse zu den einzelnen Schnittterminen fällt auf, dass sich Unterschiede zwischen den Düngervarianten erst ab dem zweiten Schnitt zeigten (Abbildung 2). Vergleichbar mit den Ergebnissen in **Versuch 1** erreichte die ausschließlich mit Schwefel gedüngte Variante GS zum 2. und 3. Schnitt mit 9,0 und 10,6 kg S/ha die höchsten Schwefel-Erträge. Im Vergleich dazu lag die nicht mineralisch ergänzte Variante G bei 7,9 und 9,2 kg S/ha. Ein ähnliches Bild zeigten auch die Rohprotein- (2. Schnitt GSP 502 kg XP/ha und G 404 kg XP/ha) sowie die Phosphor-Erträge (2. Schnitt GSP 11,4 kg P/ha und G 10,1 kg P/ha). Neben elementarem Schwefel werden auf Bio-Betrieben auch die Sulfatdünger Gips (Calcium-Sulfat) und Kieserit (Magnesium-Sulfat) angewendet. Da diese eine mehr oder weniger gute Wasserlöslichkeit aufweisen und das Sulfat in einer pflanzenverfügbaren Form vorliegt, wurde bei folgendem Versuch eine Ausbringung dieser Dünger im Herbst (2018) sowie im Frühjahr (2019) getestet (**Versuch 3**). Für diesen Bericht liegen erst die Mengenerträge für das erste Versuchsjahr (2019) für die vier Versuchsvarianten (0: keine S-Düngung, E: 50 kg S/ha

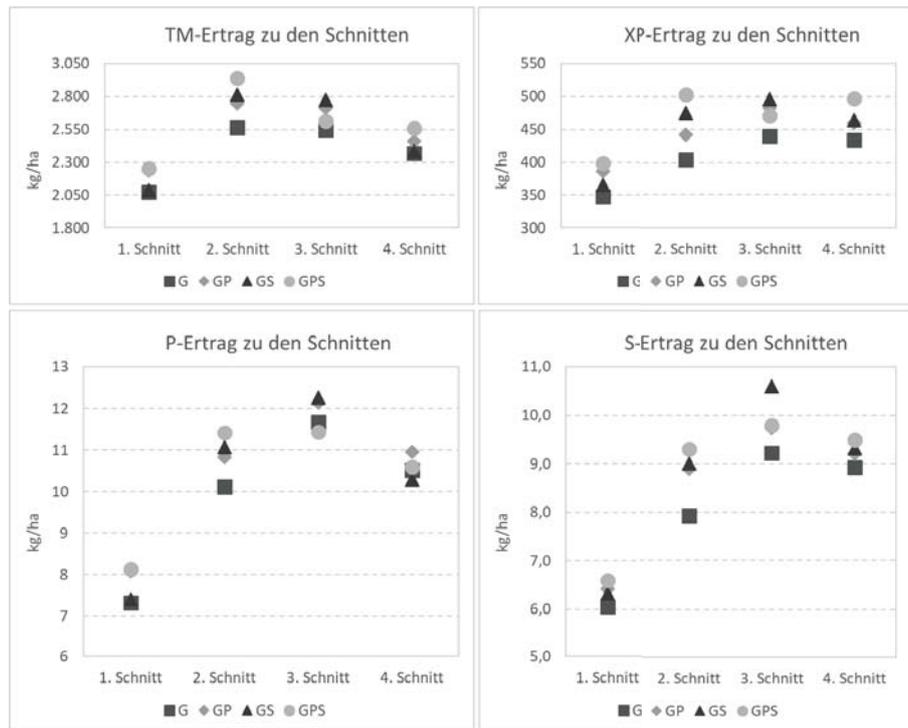


Abbildung 2: Mengen- und XP-Ertrag sowie P- und S-Ertrag zu jedem der vier Schnitte und für jede der vier Ergänzungsdüngervarianten (G, GP, GS und GPS, Versuch 2)

als elementarer Schwefel, G: 50 kg S/ha als Gips, K: 50 kg S/ha als Kieserit) vor. Im Ersten Versuchsjahr zeigten sich keine signifikanten TM-Ertragsunterschiede. Auch für den Ergänzungsdünger-Ausbringungszeitpunkt wurden im ersten Jahr keine signifikanten Effekte festgestellt. Numerisch erzielten die S-Ergänzungsgruppen höhere Mengenerträge (Tabelle 6). Dabei erreichte die Variante mit elementarem Schwefel (E) mit 14.434 kg TM/ha numerisch die höchsten Erträge. Die nicht mit Schwefel zusätzlich gedüngte Gruppe (0) lag bei 13.520 kg TM/ha. Hinsichtlich Düngungszeitpunkt lag der Mengenertrag bei der Herbstdüngung mit elementarem Schwefel (15.196 kg TM/ha) und bei der Frühlingsdüngung mit Gips (15.544 kg TM/ha) numerisch am höchsten (Tabelle 6). Die Schwefeldüngung im Frühjahr zeigte zum ersten Schnitt bei der Gips-Variante (G) mit 5.477 kg TM/ha numerisch höhere Erträge als in der ungedüngten Kontrolle (0) mit 4.902 kg TM/ha (Abbildung 3). Beim zweiten und dritten Schnitt ergaben sich bei der S-Düngung im Frühjahr kaum Ertragsunterschiede. Erst beim 4. Schnitt hatte die Gipsvariante

als elementarer Schwefel, G: 50 kg S/ha als Gips, K: 50 kg S/ha als Kieserit) vor. Im Ersten Versuchsjahr zeigten sich keine signifikanten TM-Ertragsunterschiede. Auch für den Ergänzungsdünger-Ausbringungszeitpunkt wurden im ersten Jahr keine signifikanten Effekte festgestellt. Numerisch erzielten die S-Ergänzungsgruppen höhere Mengenerträge (Tabelle 6). Dabei erreichte die Variante mit elementarem Schwefel (E) mit 14.434 kg TM/ha numerisch die höchsten Erträge. Die nicht mit Schwefel zusätzlich gedüngte Gruppe (0) lag bei 13.520 kg TM/ha. Hinsichtlich Düngungszeitpunkt lag der Mengenertrag bei der Herbstdüngung mit elementarem Schwefel (15.196 kg TM/ha) und bei der Frühlingsdüngung mit Gips (15.544 kg TM/ha) numerisch am höchsten (Tabelle 6). Die Schwefeldüngung im Frühjahr zeigte zum ersten Schnitt bei der Gips-Variante (G) mit 5.477 kg TM/ha numerisch höhere Erträge als in der ungedüngten Kontrolle (0) mit 4.902 kg TM/ha (Abbildung 3). Beim zweiten und dritten Schnitt ergaben sich bei der S-Düngung im Frühjahr kaum Ertragsunterschiede. Erst beim 4. Schnitt hatte die Gipsvariante

Tabelle 6: Mengenerträge bei drei unterschiedlichen Schwefeldüngern (elementarer S, Gips und Kieserit) sowie deren Einfluss bei unterschiedlichen Ausbring-Zeitpunkten (Frühling oder Herbst, Versuch 3)

Parameter	Einheit	Düngung				Zeitpunkt		s _e	D	p-Wert	
		0	E	G	K	Frühling	Herbst			Z	D*Z
TM- Ertrag	kg TM/ha	13.520	14.434	14.281	14.000	13.864	14.253	641	0,088	0,195	0,062
	SEM	518	518	528	520	490	490				
Parameter	Einheit	0		E		G		K			
		Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst		
TM- Ertrag	kg TM/ha	13.321	13.719	13.673	15.196	14.544	14.018	13918	14082		
		SEM	597	571	572	593	597	571	593	572	

Abkürzungen:

S-Düngung - 0: keine S-Düngung, E: 50 kg S/ha als elementarer Schwefel, G: 50 kg S/ha als Gips, K: 50 kg S/ha als Kieserit

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e: Residualstandardabweichung

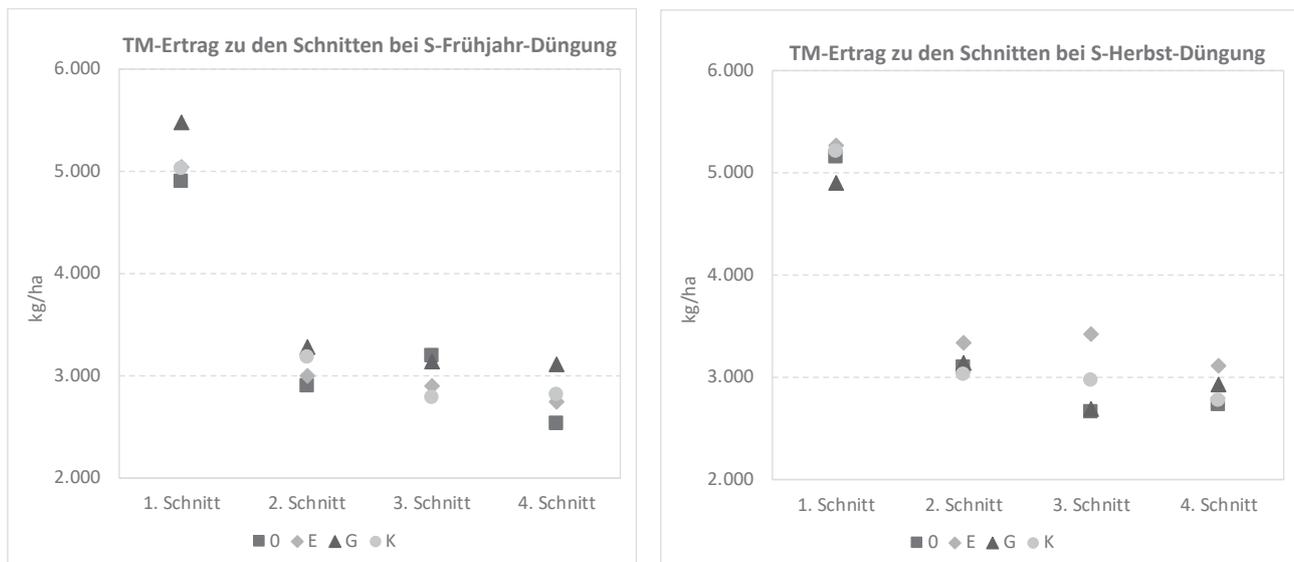


Abbildung 3: Mengenertrag zu den einzelnen Schnitten im Versuchsjahr 2019 für die unterschiedlichen Schwefeldünger und Düngungszeitpunkte (0: keine S-Düngung, E: 50 kg S/ha als elementarer Schwefel, G: 50 kg S/ha als Gips, K: 50 kg S/ha als Kieserit, Versuch 3)

(G) mit 3.114 kg TM/ha wieder einen numerisch höheren Ertrag als in der der Schwefel ungedüngten Variante (0) mit 2.540 kg TM/ha. Bei der Ausbringung der Schwefeldünger im Herbst, erreichte die Variante mit elementarem Schwefel (E) zum zweiten (3.331 kg TM/ha), dritten (3.415 kg TM/ha) und vierten (3.115 kg TM/ha) Schnitt die höchsten Erträge. Beim ersten Schnitt lagen alle Varianten praktisch gleichauf.

Diskussion

Der Einfluss einer Düngung mit elementarem Schwefel zeigte im ersten Versuch ab der Düngerstufe mit 60 kg Rein-Schwefel je Hektar signifikante Steigerungen des Mengen- und Qualitätsertrages. In einem Klee gras-Versuch ermittelte Böhm (2016) einen Mehrertrag von 225-330 kg TM/ha bei einem Düngungs niveau von 30-60 kg S/ha, wobei schnell wirksame Schwefeldünger als Kalzium- und Magnesiumsulfat verwendet wurden. Im Versuch von Böhm (2016) wurden deutlich höhere XP-Erträge von 2.028 kg/ha (ohne S-Düngung) und 2.741 kg/ha (60 kg S/ha als $MgSO_4$) ermitteln, was durch die Kultur Klee gras begründet werden kann. In einem bayrischen Versuch (Diepolder und Raschbacher, 2009) zeigten die mit 25 kg/ha elementaren Schwefel gedüngten Klee gras-Parzellen keine Ertragssteigerung und erreichten einen Mengenertrag von 12.600 kg TM/ha sowie einen Energieertrag von 77.700 MJ NEL/ha. Diese Erträge lagen deutlich über den ermittelten Werten der vorliegenden Untersuchung. Dies dürfte maßgeblich auf das höhere Düngungs niveau (Bayern: 213 kg N/ha) und Standortunterschiede (Witterung etc.) zurückzuführen sein. Wie die in der vorliegenden Arbeit festgestellten Erträge zu den einzelnen Schnitten zeigten (Abbildung 1), waren die Mehrerträge bei S-Ergänzungsdüngung in erster Linie auf den ersten und zweiten (Versuch 1) bzw. zweiten und dritten (Versuch 2) Schnitttermin zurückzuführen. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der mikrobiellen Aktivität der Böden liegen. Zu Beginn der Vegetationsperiode steigert sich die Aktivität langsam (Subler und Kirsch, 1998) und das höhere S-Angebot in der Bodenlösung dürfte sich hier positiv auf die Entwicklung der Bestände auswirken.

Da von den anderen beiden Düngerversuchen mit elementarem Schwefel und Rohphosphat (Versuch 2) sowie mit den drei Schwefeldüngerarten (elementarer S, Gips und Kieserit; Versuch 3) für diesen Beitrag erst ein Versuchsjahr vorlag, muss dies bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Numerisch erzielten alle Varianten (bei den beiden einjährigen Versuchen 2018 und 2019) mit einer mineralischen Ergänzung höhere Mengen- und Qualitätserträge. Signifikante Mehrerträge, wie dies in Tastversuchen in Bayern (Urbatzka et al., 2014) der Fall war, konnten in den beiden noch laufenden Versuchen im ersten Jahr jedoch noch nicht beobachtet werden. In den vorliegenden Untersuchungen zeigte sich bei der Ausbringung von elementarem Schwefel im Herbst numerisch positive Ertragseffekte. Urbatzka et al. (2019) stellten fest, dass im ersten Hauptnutzungs jahr die schnell pflanzenverfügbaren Schwefeldünger zu höheren Erträgen als bei Düngung mit elementarem Schwefel führten. Im zweiten Jahr der Klee grasnutzung glichen sich die Erträge an und die Erträge aller Schwefeldünger-Varianten unterschieden sich nicht mehr.

Die in der vorliegenden Untersuchung (Versuch 3) gemessenen Erträge (von 4 Schnitten) von 13.520 kg TM/ha in der ungedüngten Kontrolle und 14.434 kg TM/ha in der mit elementarem Schwefel gedüngten Variante sind für Dauergrünland als äußerst hoch einzustufen. In einer Studie von (Böhm, 2017) wurde im Mittel bei Rotklee gras Erträge von 10.470 kg TM/ha (ungedüngt) und 11.520 kg TM/ha bei einer Gabe von 60 kg S/ha (als Gips) festgestellt. Die für Dauergrünland überdurchschnittlich hohen Erträge dürften durch den Effekt der Neuansaat begründet sein. Weitere Versuchsjahre werden die Entwicklung der Bestände mit den jeweiligen Schwefel-Düngern aufzeigen.

Schlussfolgerungen

Schwefel und Phosphor, als essentielle Nährstoffe für das Bodenleben und die Kulturpflanzen, werden in der Nährstoffbilanzierung auch am intensiv genutzten Dauergrünland wieder mehr in den Fokus rücken. Anhand der

vorliegenden Ergebnisse zeigt sich, dass gerade für den Ertrag und die Proteinbildung Schwefel eine wichtige Rolle im mehrschnittigen Dauergrünland spielen dürfte. Das Potential von biotauglichen, mineralischen Ergänzungsdüngern wird dann gut ausgeschöpft, wenn in der Bewirtschaftung die Aktivierung des Bodenlebens im Vordergrund steht. Daher steht der optimale Einsatz der Wirtschaftsdünger immer an erster Stelle. Viele der in der Bio-Landwirtschaft verfügbaren mineralischen Düngemittel sind nicht unmittelbar pflanzenverfügbar und müssen zuerst vom Bodenleben aufgeschlossen werden. Dadurch zeigen diese auch ein geringes Auswaschungsrisiko. Werden demgegenüber biotaugliche und rasch pflanzenverfügbare Dünger (wie z.B. Gips oder Kieserit) eingesetzt, dann sind kleine Teilgaben während der Wachstumsperiode notwendig. Das Bio-Grünlandssystem basiert auf einer ordentlichen Wirtschaftsdünger-Planung, -Lagerung und -Ausbringung. Eine mineralische Ergänzungsdüngung kann dies keinesfalls ersetzen, sondern maximal sinnvoll ergänzen.

Literatur

- Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Amon, T. und Boxberger, J. (2005): Wirkung der Abdeckung auf NH₃-, N₂O- und CH₄-Emissionen während der Lagerung von Milchviehflüssigmist. *Landtechnik. Fachzeitschrift für Agrartechnik und ländliches Bauen* 60 (4), 216-217.
- Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Amon, T. und Zechmeister-Boltenstern, S. (2006): Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112 (2-3), 153-162.
- Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupá, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G. und Zechmeister, A. (2016): Emissionstrends 1990–2014 Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich, Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- Böhm, H. (2016): Einfluss einer Schwefeldüngung auf die Ertragsleistung und ausgewählte Inhaltsstoffe von Klee gras im Ökologischen Landbau. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., Gießen, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 28. 27.-29.9.2016, 297.
- Böhm, H. (2017): Die Wirkung einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualitätsparameter von Klee grasbeständen im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken, Freising-Weihenstephan, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 32-35.
- Diepolder, M. und Raschbacher, S. (2009): Schwefeldüngung zu Dauergrünland - Neue Versuchsergebnisse. *Schule und Beratung 4-5, Informationsschrift des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landshut, III-14-19.*
- Kiendler, S. (2018): Auswirkungen einer Düngung mit elementarem Schwefel am Dauergrünland auf Ertrag und Futterqualität. Master-Thesis, Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Wien, 93 S.
- Starz, W.; Steinwider, A.; Zollitsch, W.; Jandl, S.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013): Nährstoffbilanzen von Bio-Milchviehbetrieben im Dauergrünlandgebiet bei reduzierter Kraftfutterfütterung. Fachtagung für biologische Landwirtschaft - Grünlandbasierte BIO-Rinderhaltung, Irnding, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 07.11.2013, 107-110.
- Subler, S. und Kirsch, A.S. (1998): Spring dynamics of soil carbon, nitrogen, and microbial activity in earthworm middens in a no-till cornfield. *Biology and Fertility of Soils* 26 (3), 243-249.
- Urbatzka, P.; Offenberger, K.; Schneider, R. und Jacob, I. (2014): Schwefeldüngung zu Leguminosen im ökologischen Pflanzenbau. *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern*, 132-138.
- Urbatzka, P.; Eckl, T.; Miederer, W.; Urgibl, A. und Uhl, J. (2019): Ertrag des Klee gras im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr in Abhängigkeit des Schwefeldüngers und der Dünghöhe. 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019, Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft, Kassel, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2019, 228-231.
- Whitehead, D.C. (2000): Nutrient Elements in Ruminant Animals: Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships, CABI, 70-94.
- Wieser, I.; Heß, J. und Lindenthal, T. (1996): Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumbilanzen ökologisch wirtschaftender Grünlandbetriebe im oberösterreichischen Voralpengebiet. *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment* 47 (2), 81-88.

Nährstoffverlustquellen in der Düngerlagerung und Ausbringung am Bio-Grünlandbetrieb minimieren

Alfred Pöllinger^{1*} und Andreas Zentner¹

Zusammenfassung

In der Biolandwirtschaft ist der sorgsame Umgang mit den wirtschaftseigenen Düngern (Stallmist, Jauche, Kompost oder Gülle) besonders wichtig. Dem Stickstoff kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Im gesamten Wirtschaftsdüngerkreislauf sind die Verlustquellen so gering wie möglich zu halten. Die Abgasungen in Form von Ammoniak stellen dabei eine bedeutende Quelle dar. Vom Stall über die Lagerung bis hin zur Ausbringung sind dabei alle Maßnahmen sinnvoll, die helfen den ausgeschiedenen Stickstoff im Kreislauf zu halten.

Bei der Lagerung von festen Wirtschaftsdüngern helfen die kompakte Lagerung der Dünger die Stickstoffverluste gering zu halten. Eine Abdeckung mit Kompostvlies ist ebenfalls günstig. Bei flüssigen Wirtschaftsdüngern ist die fixe Abdeckung der Grube mit Zeltdach oder Betondecke in jedem Fall ein Muss und wird auch gefördert. Die meisten gasförmigen Stickstoffverluste entstehen bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger. Stallmist sollte auf Ackerflächen unmittelbar eingearbeitet werden. Gülle ist insbesondere im Sommer 1:1 mit Wasser zu verdünnen oder zu separieren. Auf ebenen und nur leicht geneigten Grünlandflächen sollte für die Gülleausbringung verstärkt der Schleppschuhverteiler eingesetzt werden. Damit lässt sich Gülle auch noch auf leicht angewachsenen Grünlandbeständen ausbringen und damit das Ausbringfenster vergrößern. Um den Boden durch zunehmende Maschinengewichte nicht noch stärker zu gefährden, sind Reifendruckregelanlagen oder auch kleinere Fassgrößen mit Schleppschuhverteiler zu vernünftigen Investitionskosten am Markt erhältlich. Für beide Techniken gibt es eine Investitionsförderung.

Die Möglichkeiten zu Verringerung der gasförmigen Stickstoffverluste sind groß und über die gesamte Verfahrenskette (Fütterung/Stall – Lagerung – Ausbringung) konsequent so gering als möglich zu halten. Nur so wird es auch Biobetrieben gelingen das natürliche Produktionspotenzial ihrer Grünlandflächen voll zu nützen.

Schlagwörter: Dünger, Düngerlagerung, Düngerausbringung, Grünland, Bio

Einleitung

„Wirtschaftsdünger sind wertvolle Betriebsmittel und besitzen eine hohe wirtschaftliche und ökologische Bedeutung! Die optimale und sachgerechte Nutzung der Nährstoffe für Böden und Pflanzen erfordert solides Wissen über

fachliche und rechtliche Zusammenhänge. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der Vermeidung von Nährstoffeinträgen ins Grundwasser und der Reduktion gasförmiger Nährstoffverluste“ (Pötsch et. al., 2011). Die Wirtschaftsdünger liegen entweder in Form von Festmist kombiniert mit oder bei ausreichend Einstreu und in Abhängigkeit von der Tierart ohne Jauche oder als Gülle (Kot-Harnmisch) vor. In den letzten 30 Jahren hat sich die hauptsächlich produzierte Wirtschaftsdüngerform vom Festmist-Jauchesystem zum Güllesystem hin entwickelt (Pöllinger et al., 2017). „Da Gülle alle tierischen Ausscheidungen beinhaltet, sind neben den Nährstoffen Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) viele weitere Boden- und Pflanzennährstoffe sowie Spurenelemente enthalten, wodurch sie einen organischen Volldünger darstellt“ (Starz et al., 2017). Der sachgerechte Umgang mit den Wirtschaftsdüngern setzt die Kenntnis der Nährstoffzusammensetzung, die Wirkung der unterschiedlichen Wirtschaftsdüngerformen und den Nährstoffbedarf der Pflanzen voraus (Baumgarten, et al., 2017).

Von allen Nährstoffen ist Stickstoff der wichtigste Hauptnährstoff für gutes Pflanzenwachstum, der insbesondere auf biologisch wirtschaftenden Betrieben nicht mit mineralischem Dünger substituiert werden kann. Biobetriebe sind auf die, in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Nährstoffen besonders angewiesen. Der in den Wirtschaftsdüngern enthaltene Stickstoff kann nicht zu 100 % im Kreislauf geführt werden. Ein Teil geht bei der Düngung durch Auswaschung verloren und ein noch größerer Anteil geht gasförmig in Form von Ammoniak verloren. Im Rahmen der Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung (Richtlinie 91/676/EWG des Rates) werden klare Vorgaben gemacht um die Auswaschungsverluste so gering wie möglich zu halten.

Ein wesentlich größerer Anteil an Stickstoffverlusten ist den gasförmigen Emissionen in Form von Ammoniak zuzuordnen. Ammoniakverluste entstehen im Rahmen des Wirtschaftsdüngermanagements, von der Ausscheidung im Stall, zum Lager und bis zur Ausbringung. „Der Stickstoff der organischen Düngemittel besteht im Wesentlichen aus zwei Fraktionen: eine ist in der organischen Substanz gebunden, die andere liegt als leicht verfügbares Ammonium (NH₄) vor“ (Wendland et al., 2009). Nachdem Ammoniak auch als feinstaub- und ökosystemrelevantes Schadgas identifiziert wurde, gibt es dazu auch eine Richtlinie zur Beschränkung der Höchstmengen an Ammoniakemissionen. Die EU hat dazu eine NEC Richtlinie erlassen, die den einzelnen Mitgliedsstaaten Höchstmengen an Ammoniakemissionen vorgeben und mit Hilfe des jährlichen Inventurberichtes des Umweltbundesamtes auch zu belegen ist (Umweltbundesamt, 2017).

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: DI Alfred Pöllinger, alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at

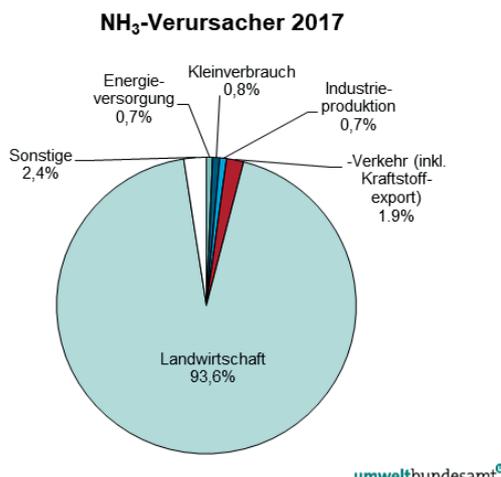


Abbildung 1: NH₃-Emissionen in Österreich 1990-2017 (UBA, 2019)

Konkret sind in Österreich 12 % der derzeitigen Ammoniakemissionen (Basisjahr 2005) bis in das Jahr 2030 einzusparen (Umweltbundesamt, 2015). In Österreich sind, wie in anderen Ländern auch, der überwiegende Anteil der Ammoniakemissionen der Landwirtschaft zuzuordnen (siehe dazu Abbildung 1, UBA, 2019).

Bezogen auf die Aktivitätsbereiche innerhalb der Landwirtschaft gehen bei der Wirtschaftsdüngerausbringung rund 50 % des Ammoniaks verloren, aus der Stallhaltung stammen 30 % und bei der Lagerung werden rund 20 % des Ammoniaks freigesetzt.

Die Wirtschaftsdünger sind aber besonders bei biologisch geführten Betrieben kein „Problemstoff“, sondern ein wichtiger Dünger, den es gilt so effizient wie möglich einzusetzen. Er ist ein wertvoller Mehrnährstoffdünger und somit unerlässlich für die Kreislaufwirtschaft (vgl. Baumgarten, et al., 2017, 65); (Starz et al., 2017). Darum sind alle Maßnahmen zu setzen um die Nährstoffverluste so gering wie möglich zu halten.

Düngelagerung

Grundsätzlich ist ein dem Anfall der Wirtschaftsdünger entsprechendes Lagervolumen vorzusehen. Nur so kann garantiert werden, dass die Wirtschaftsdünger zu den pflanzenbaulich optimalen Zeitpunkten ausgebracht werden können (ÖKL MB24, 2019).

Rund 20 % der gasförmigen Stickstoffverluste entstehen bei der Lagerung. Festmist wird üblicherweise auf Betonplatten am Hof gelagert. Nachdem bei Festmist nur wenig Stickstoff in Form von Ammonium vorliegt, ist das Emissionspotenzial eher gering. Dennoch empfiehlt sich auch hier bei der Lagerung eine seitlich Umrandungen vorzusehen. Wird der Stallmist kompostiert, dann sind die gasförmigen Stickstoffverluste am Lager, bei der Behandlung deutlich höher. Allerdings liegt der Stickstoff danach zu 100 % in gebundener Form vor und es sind bei der Ausbringung dann keine Emissionen mehr zu messen. Jauche ist hingegen ein sehr rasch wirksamer Stickstoffdünger, der deshalb auch sehr gezielt eingesetzt werden soll. Hinsichtlich der gasförmigen Emissionen ist Jauche aufgrund seiner sehr flüssigen und gut fließfähigen Konsistenz günstig zu bewerten. Obwohl

in der Rinderjauche rund 90 % des Stickstoffs in Form von Ammonium vorliegt, geht nur ein relativ geringer Anteil davon bei der Ausbringung auf Grünland gasförmig verloren. Grund dafür ist die gute Infiltrationseigenschaft der Jauche. Jauche sollte jedenfalls in abgedeckten Behältern gelagert werden.

Güllegruben sollten in Zukunft nur mehr mit Betondeckel oder Zeltdach gebaut werden. Obwohl die Rindergülle sehr stark zu Schwimmdeckenbildung neigt, sind aufgrund der Notwendigkeit des häufigen Homogenisierens – Gülle soll ja nach jedem Schnitt in kleinen Gaben (max. 20 m³/ha) ausgebracht werden – relativ hohe Stickstoffverluste zu erwarten. Güllegruben werden nur mehr mit fixen Abdeckungen mit 30 % des Investitionsvolumens gefördert.

Schwimmkörper und künstliche Schwimmdecken (Granulate) sind für die schwimmdeckenbildende Rindergülle nicht geeignet. Güllelagunen sind zwar aufgrund der geringeren Investitionskosten betriebswirtschaftlich interessant, sollten aber aufgrund des hohen Oberflächenanteiles im Vergleich zum Volumen nicht mehr gebaut werden.

Wirtschaftsdüngerausbringung

Der Ausbringung der Wirtschaftsdünger sind rund 45 % der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft zuzuordnen (UBA, 2019) und ist damit der wichtigste Aktivitätsbereich, in dem Stickstoffverluste reduziert werden können.

Festmist ist auf Ackerflächen schnellstmöglich (innerhalb von 3 Stunden nach der Ausbringung) einzuarbeiten. Kompost kann aus der Sicht der gasförmigen Emissionen zu jeder Zeit ausgebracht werden und muss nicht eingearbeitet werden.

Bei flüssigen Wirtschaftsdüngern sind managementbedingte und technische Reduktionsmaßnahmen möglich. Die Verbesserung der Konsistenz und hier insbesondere die Verbesserung der Fließfähigkeit und das Infiltrationsverhalten (Eindringverhalten in den Boden) der flüssigen Wirtschaftsdünger sind dabei besonders zu berücksichtigen. Jauche ist diesbezüglich ein „goldener Standard“, da diese eine sehr gute Fließfähigkeit und damit auch ein gutes Infiltrationsverhalten aufweist.

Rindergülle ist aufgrund der vielen Fest- und Schleimstoffe zähfließend und neigt zum Anhaften und Antrocknen und damit besteht in weiterer Folge die Gefahr der Futterverschmutzung. Die einfachste und eine sehr wirksame Methode zur Konsistenzverbesserung ist die Verdünnung mit Wasser. Dabei ist allerdings erst ein berechenbarer Ammoniakreduktionsfaktor vorhanden, wenn ein Teil Gülle mit einem Teil Wasser, also 1:1 verdünnt wird. Damit hat die Rindergülle dann einen Trockensubstanzgehalt von rund 5 %. Rund 20 % Emissionsminderung ist mit dieser Maßnahme im Vergleich zu Dickgülle zu erwarten. In der Praxis bedeutet das, dass insbesondere die Sommergülle maximal mit Wasser verdünnt werden sollte. Auf arrondierten Betrieben mit ausreichender Wasserverfügbarkeit (Regenwasser, eigener Brunnen,...) ist der zusätzliche „Wassertransport“ wirtschaftlich zu rechtfertigen. In Kombination mit einer Gülleverschlauchung lässt sich die Gülleverdünnung mit Wasser noch sinnvoller kombinieren. Zum Einen wird die Pumpfähigkeit der Gülle deutlich verbessert, zum Anderen ist mit dieser Ausbringtechnik eine hohe Ausbringleistung

(50 bis 150 m³/h) verbunden und damit die Ausbringkosten pro m³ Gülle geringer.

Auf Betrieben mit größeren Feld-Hofentfernungen bietet sich die Gülleseparierung zur Verbesserung der Güllekonsistenz an. Dabei wird der flüssige Anteil der Gülle deutlich besser fließfähig und der Feststoff kann bei gutem Abtrenngrad (29 – 35 % TS) entweder als Einstreumaterial in Liegeboxenlaufställe oder für den Humusaufbau auf Ackerflächen verwendet werden. Für einen ausreichend hohen Hygienestatus in den Liegeboxen ist das Liegeboxenmanagement verantwortlich und nicht die Art der Einstreu. Zwischenbetrieblich sollte allerdings kein Einstreu-Austausch stattfinden. Bei Rindergülle ist im Durchschnitt von einer 10 %igen Ammoniakemissionsreduktion auszugehen, wenn Gülle separiert ausgebracht wird.

Mit bodennahen Ausbringtechniken wie Schleppschlauch, -schuh und Schlitztechnik können die Ammoniakemissionen um 20 bis 80 % im Vergleich zur Breitverteilung von Gülle reduziert werden. Für Grünland hat sich der Einsatz von Schleppschuh bewährt. Dabei wird die Gülle über einen oder bei größeren Arbeitsbreiten über zwei zentrale Verteiler den Ableitschläuchen zugeführt. Am Ende dieser Schläuche wird die Gülle über einen federdruckbelasteten Schuh abgelegt. Der Schleppschuh drückt die Pflanzen leicht zur Seite, damit die Gülle überwiegend am Boden und nicht auf den Pflanzen abgelegt wird. Diese Funktionsweise hat wiederum den Vorteil, dass Gülle auch noch bis zu 10 Tagen nach dem Mähen auf den angewachsenen Bestand ausgebracht werden kann, während bei allen anderen Ausbringverfahren unmittelbar nach dem Abräumen des Feldes Gülle oder Jauche gefahren werden muss.

In eigenen Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass die befürchtete Verschmutzung des Futters auf Flächen, die mit bodennahen Gülleausbringtechniken begüht wurden nicht höher war, als auf den Flächen, die mit der Breitverteiltechnik gedüngt wurden, obwohl die verwendete Gülle einen Trockensubstanzgehalt von über 7,5 % aufwies. Natürlich sind diese Ergebnisse unter Berücksichtigung der Güllekonsistenz – in dem Stall wird mit Güllefeststoff eingestreut – und den jeweils herrschenden Witterungsbe-

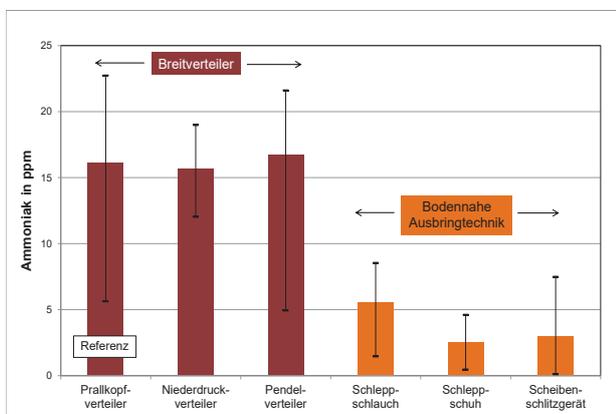


Abbildung 2: Mittlere Ammoniakkonzentrationen (in ppm) unmittelbar nach der Gülleausbringung mit unterschiedlichen Verteiltechniken auf einer Wechselwiese (Ausbringmenge: 20 m³/ha; Werte als Mittelwert, Minimum und Maximum über alle fünf Versuchsdurchgänge 2016 und 2017)

dingungen zu interpretieren.

Weiter konnte in dem Versuch auch die deutlich höheren Stickstoffverluste bei breitverteilter Gülle im Vergleich zur bodennah ausgebrachter Gülle nachgewiesen werden (siehe Abbildung 2).

Bei Güllezusatzmittel, wie sie am Markt zahlreich angeboten werden, konnten bisher nur in wenigen Bereichen eindeutig positive Wirkungen wissenschaftlich nachgewiesen werden. Derzeit wird an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein eine Prüfanlage für Güllezusatzmittel aufgebaut, mit der die Wirkung der Mittel auf die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Redoxpotenzial, Ammoniakemissionen, Fließfähigkeit und Geruch geprüft werden soll. Damit sollten in Hinkunft dazu klarere Aussagen möglich sein.

Literatur

- Baumgarten, A., H., Berthold, K., Buchgraber, G., Dersch, H., Egger, R., Egger, H., Eigner, P., Frank, M., Gerzabek, F.X., Hölzl, H., Holzner, M., Janko, G., Pernkopf, W., Peszt, E., Pfundner, E.M. Pötsch, G. Rohrer, C., Schilling, A., Spanischberger, H., Spiegel, J., Springer, P., Strauss, C., Winkowitsch und G., Zethner (2017): Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 7. Auflage. BMNT, Wien.
- ÖKL Merkblatt 24 (2019): Düngersammelanlagen für Wirtschaftsdünger. ÖKL Merkblatt 8. Auflage 2019 Nr. 24. Verfasser: ÖKL Arbeitskreis Landwirtschaftsbau. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung. 1040 Wien, Gußhausstraße 6.
- Pöllinger, A., A., Zentner, S., Brettschuh, L., Lackner, Y., Stickler, B., Amon (2018): Erhebung zum Wirtschaftsdüngermanagement aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Österreich. Abschlussbericht TIHALO II. Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3662. BMNT, Wien.
- Pöllinger, A., A., Zentner und J. Paar (2018): 6 Gülleverteiler im Vergleich- Welcher Gülleverteiler hat die geringsten Stickstoffverluste und verschmutzt das Futter am wenigsten? Diesen Fragen sind wir gemeinsam mit der Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein auf den Grund gegangen. Die Unterschiede sind groß, aber nicht überraschend. Der Landwirt, Ausgabe 1/2018.
- Pötsch, E.M., A. Pöllinger, H. Holzner, J. Springer, F. X. Hölzl, J. Galler & H. Egger (2011): Bedeutung und Wert der wirtschaftseigenen Dünger. ÖAG-INFO 3/2011 (Überarbeiteter Nachdruck 2015) Erschienen als Sonderbeilage im Fortschrittlichen Landwirt. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG) Irnding, 20 S.
- W. Starz (2017): Gülle als wertvoller Wirtschaftsdünger im Bio-Grünland. ÖAG-Info 1/2017. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irnding, 12 Seiten.
- UBA (2017): Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2017, Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, Umweltbundesamt Wien.
- UBA (2019): Austria's Annual Air Emission Inventory 1990–2017. Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM_{2,5}. REP-0680. Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Vienna/Austria. ISBN 978-3-99004-499-5.
- Wendland, M. und E., Attenberger (2009): Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz. Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in der Landwirtschaft. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 38, 85354 Freising/Weihenstephan. Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Der abgestufte Wiesenbau als Beratungskonzept So setzte ich es in der Beratungspraxis um

Markus Danner^{1*}

Seit den 80er Jahren, seit Dr. Walter Dietl diese Bewirtschaftungsform als Idee ausformulierte und kommunizierte, kennen wir den „Abgestuften Wiesenbau“ als die Form der Grünlandbewirtschaftung, die den Grundsätzen der biologischen Landwirtschaft entspricht.

Vielen BIO-affinen Leuten gefällt Low Input. Vielen gefällt die Idee, Milch aus Grundfutter zu produzieren. Viele sehen Kraftfuttereinsatz kritisch. Viele möchten Blumenwiesen in der Landschaft. Viele möchten Tiere auf der Weide sehen. Und auch Biobetriebe brauchen Erträge!

Wie also bringen wir das alles unter einen Hut – in ein sinnvolles Bewirtschaftungskonzept?

1. Bodenparameter erheben

Worauf bezieht sich nun die „Abstufung“?

Sie ergibt sich durch den Standort. Die „abgestufte“ Grünlandbewirtschaftung ist zuallererst eine standortangepasste! Die Bodeneigenschaften sind demnach der erste Gegenstand der Planung. Wir brauchen Antworten auf die Frage:

Auf welchen Böden mit welchen jeweiligen Voraussetzungen liegen unsere Feldstücke?

Der Großteil der Antwort darauf findet sich in der elektronischen Bodenkarte (eBod), ergänzt durch Beobachtung und Erfahrung des Bewirtschafters.

2. Nutzung definieren

In einem weiteren Schritt halten wir die Nutzung jedes Feldstückes fest und erheben, wie genau sie zu den gegebenen Standortverhältnissen passen oder eben nicht.

Wie nutzen wir sie?

Passt diese Nutzungsart zu den standörtlichen Gegebenheiten?

Passt der Pflanzenbestand zur Nutzung und zu den Bodenverhältnissen?

An dieser Stelle werden notwendige Nutzungsanpassungen erkannt und in die Planung einbezogen.

3. Düngung

Für jede Nutzungsart und -intensität kennen wir den Bedarf von Düngern pro Flächeneinheit. Um eine vernünftige, dem Betrieb gerecht werdende Düngeplanung erstellen zu können, muss die verfügbare Jahresdüngermenge bekannt sein. Dieser Punkt bereitet oft die größte Anstrengung seitens der Bewirtschafters, weil nicht selten gedüngt wird, bis die Grube

leer ist, nicht bis die Kulturen ausgefüttert sind. Sprich: Die genauen Mengen sind nicht bekannt. Faustzahlen sind für die hier beschriebene Nutzungsplanung unbrauchbar.

Der Bauer/die Bäuerin wird also nicht umhin kommen, nachzurechnen, zu recherchieren oder eine Saison Strichlisten oder ähnliches zu führen, um über einen validen Wert zu verfügen -> **In meinem Betrieb stehen soundsoviel m³ Gülle bzw. Mist oder Jauche im Jahr zur Verfügung.**

Von diesen Mengen ausgehend werden die Feldstücke ihrer Nutzungsart und -intensität entsprechend mit den vorhandenen Düngern „ausgefüttert“. D.h. z.B. einer 4-Schnittwiese werden ca. 5x 12m³ Gülle pro Hektar zugeteilt.

Empfehlung: Im Frühjahr bei voller Grube Gülleanalyse durchführen!

4. Anpassungen, Wiederholungsschleifen

Im „Normalfall“, beim Gros der Betriebe, geht die Gülle früher aus als die Hektare.

Im „Normalfall“, beim Gros der Betriebe, ist bisher die logische Konsequenz, ein bisschen weniger pro Hektar, damit alle etwas bekommen. Dieses Gießkannenprinzip hat uns in die Situation geraten lassen, dass sehr viele Bio-Futterflächen unterernährt sind (denn auf die Schnitthäufigkeit wurde nicht verzichtet), und unterernährte Wiesen mit geringerer Bonität trotzdem ihre Artenvielfalt verloren haben (weil sie mit Gülle gedüngt wurden und/oder zu häufig geschnitten)

Die abgestufte Bewirtschaftung setzt diese Fehlentwicklung außer Kraft, indem:

- Trockene Kuppen, feuchte Senken,
- Graben-, Bach- und Wegraine,
- Unförmige, enge Feldstückecken
- Sehr seichtgründige Schläge
- Weit entfernte Feldstücke etc.

aus der (Gülle-) Düngung genommen werden.

Teilschläge werden zur zweischnittigen oder dreischnittigen Glatthaferwiese, zur zweischnittigen Trespenwiese, zur Straußgraswiese oder was auch immer für ein passender Wiesentyp, der mit einer Festmistgabe das Auslangen findet.

Diese Nachjustierung wird solange verfeinert, bis alle Flächen den Dünger bekommen, den sie brauchen.

Im Ergebnis soll mehr Leistungsfutter geerntet, mehr Ertrag und eine deutliche Steigerung der Biodiversität auf den düngereduzierten Flächen erzielt werden.

Zusätzlich verfügt der Betrieb über Heu, das ideal für tro-

¹ Bio Austria Salzburg, Beratung Landwirtschaft, Schwarzstraße 19, A-5020 Salzburg

* Ansprechpartner: Ing. Markus Danner, BEd, markus.danner@bio-austria.at

ckenstehende Kühe und Jungvieh geeignet ist.

Mehr Pflanzenvielfalt, Blumenwiesen und viele blühende Inseln in der Landschaft sind eine weitere Folgeerscheinung

dieses Bewirtschaftungskonzeptes.

Wir geben der Biodiversität wieder Raum und damit Antworten auf drängende Probleme unserer Zeit.

Möglichkeiten zur Förderung der pflanzlichen Biodiversität im artenarmen Grünland

Bernhard Krautzer^{1*}, Lukas Gaier¹, Johannes Weber¹ und Wilhelm Graiss¹

Rückgang der Vielfalt, Verlust an Biodiversität

In der Vielfalt an bunten, artenreichen Grünlandbeständen und Feldblumen spiegelte sich immer auch die Vielfalt unserer Kulturlandschaft wider, wie sie über die Jahrhunderte entstanden ist. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts geht überall in Europa der Anteil des ökologisch wertvollen, blumenreichen Extensivgrünlandes kontinuierlich zurück. Bereits 90% der artenreichen Grünlandbestände in Österreich sind auf der Roten Liste der gefährdeten Pflanzengesellschaften zu finden.

Dabei sind es gerade die extensiven Wiesen und Weiden, welche die höchste floristische Biodiversität aufweisen und in manchen Fällen bis zu 100 unterschiedliche Pflanzenarten beherbergen können. Ein Blick auf die Statistik zeigt, dass gerade diese ökologisch besonders wertvollen extensiven Grünlandflächen in den vergangenen 50 Jahren einem immensen Schwund ausgesetzt waren (BMNT 2019). Seit 1960 wurde in Summe ein Rückgang von inzwischen etwa 850.000 ha an ein- bis zweimähdigen Wiesen, Almen, Bergmähdern, Hutweiden sowie Streuwiesen verzeichnet (Abbildung 1). Die meisten dieser verloren gegangenen Flächen wurden entweder intensiviert, in Wald übergeführt oder für infrastrukturelle Maßnahmen verbraucht. Der Rückgang dieser Vielfalt stellt Bienen, Wildbienen und andere Blüten bestäubende Insekten zunehmend vor existentielle Probleme. Dabei spielen sowohl das eingeschränkte Nah-

rungsangebot, vor allem von Juni bis September, als auch der Rückgang an Nist- und Überwinterungsräumen eine wichtige Rolle. Dazu kommt, dass viele blütenbestäubende Insekten sehr stark auf spezielle Blütenformen und -farben und damit Blütenpflanzenarten spezialisiert sind, die in unserer Kulturlandschaft inzwischen sehr selten geworden sind (Krautzer et al. 2018). Und dieser Rückgang der Insekten, der durch viele Untersuchungen klar belegt ist, wirkt sich direkt auf die Nahrungskette aus und ist eine wesentliche Ursache für den starken Rückgang unserer Singvögel, aber auch der Niederwildpopulationen.

In letzter Zeit gibt es zunehmend Interesse und Anfragen über die Möglichkeiten, die Biodiversität in artenarmen Grünlandbeständen wieder zu heben. Einerseits auf Flächen, die aus unterschiedlichen Gründen dauerhaft extensiviert werden, andererseits aber auch bezogen auf Flächen, die mit drei und mehr Schnitten geführt werden. Wobei bei vielschnittigen Flächen meist nicht ökologische Beweggründe im Vordergrund stehen, sondern diätetische Aspekte oder eine Erhöhung des Anteils kondensierter Tannine in der Futterration (Loges 2019).

Extensivierung von Futterflächen bringt per se noch keine Erhöhung der pflanzlichen Biodiversität, speziell in Bezug auf Blütenpflanzen. Viele Flächen sind und bleiben auch nach einer Extensivierung artenarm, da gewünschte Arten mangels Vorkommen weder aus der Umgebung einwandern können noch sich aus dem Samenpool des Bodens heraus etablieren können, da sie auch dort nicht (mehr) vorhanden sind. Um hier eine Veränderung zu erreichen, müssen diese gewünschten Arten wieder künstlich etabliert werden. Dabei sind zwei Aspekte wesentlich. Einerseits die zum Einsatz kommende Technik bzw. die technischen Möglichkeiten der Etablierung, andererseits aber auch das passende Artenspektrum sowie die ökologische Qualität des dafür verwendeten Saatgutes (Frühwirth 2017).

Technische Möglichkeiten der Etablierung von Grünlandkräutern aus Saatgutmischungen

Bei der Frage, ob und wie gut sich

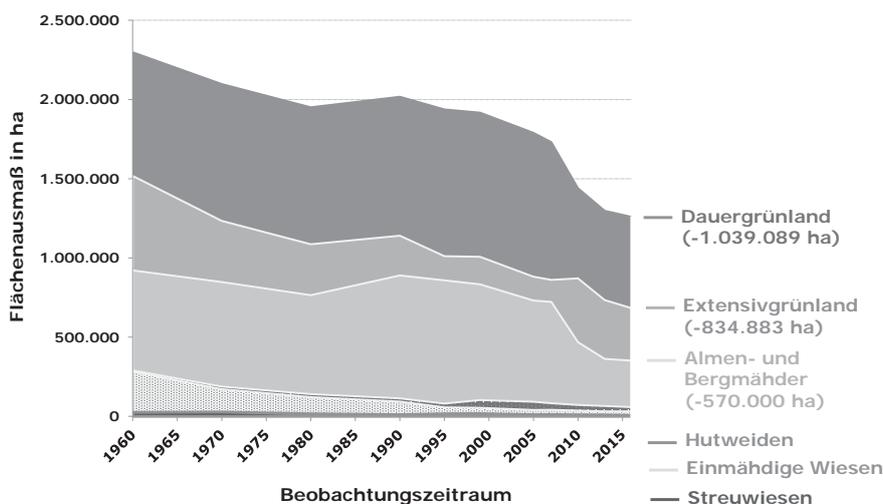


Abbildung 1: Entwicklung der österreichischen Grünlandflächen von 1960 - 2016 (BMNT, 2019)

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

* Ansprechpartner: Dr. Bernhard Krautzer, bernhard.krautzer@raumberg-gumpenstein.at

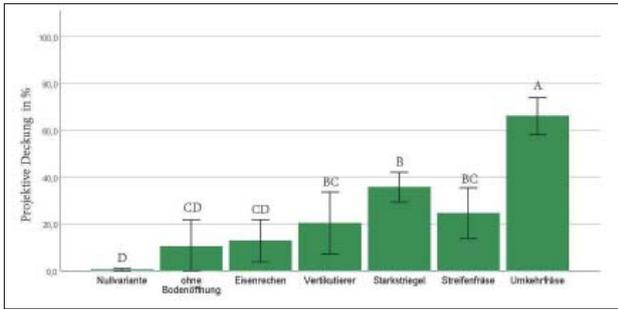


Abbildung 2: Vegetationsdeckung eingesäeter Leguminosen und Kräuter in eine artenarme Weidefläche, Zweite Vegetationsperiode nach Spätsommerübersaat

Pflanzen aus eingesätem Saatgut in einem bestehenden Grünlandbestand etablieren, müssen wir unterschiedliche Aspekte betrachten. Einerseits müssen die Samen auf offenem Boden abgelegt werden, damit ein Keimungserfolg möglich ist. Hier spielt die verwendete Technik eine entscheidende Rolle. Gut geöffneter Boden, oberflächliche Ablage bei regelmäßigem Streubild und gute Rückverfestigung des Saatgutes mittels geeigneter Profilwalze sind dabei die wesentlichen Erfolgsfaktoren. Eine ausreichende Versorgung der Keimlinge mit Kapillarwasser und/oder Niederschlag ist für die erste Etablierungsphase ebenso wichtig. Die Frage, wie gut sich der Keimling dann mittelfristig etabliert, hängt ganz entscheidend von der Konkurrenzkraft des Altbestandes ab. Über die langfristige Etablierung einer Art entscheidet schließlich das Pflegemanagement, wobei Schnittfrequenz, Schnittzeitpunkt und Nährstoffversorgung die wichtigsten Einflussfaktoren darstellen.

In einem Exaktversuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde der Erfolg einer Nachsaatmaßnahme mit einer artenreichen Leguminosen- und Kräutermischung in einen bestehenden artenarmen Grünlandbestand untersucht. Dabei wurde auch eine Spätsommerübersaat (Anfang August) mit einer Frühjahrsübersaat (Anfang April) verglichen. Zum Einsatz gelangten 7 verschiedene Varianten. Keine Maßnahme, Übersaat ohne Bodenöffnung, Eisenrechen, Vertikutiergerät, Starkstriegel, Streifenfräse und Umkehrrotoregge. Nach der Ansaat wurden die Bestände in eine Zweischnittnutzung übergeführt, mit dem ersten Schnitt spät im Juni sowie einem zweiten Schnitt im Herbst. Die meisten Arten wuchsen in der ersten Vegetationsperi-



Bild 1: Etablierung einer Übersaat mittels Streifenfräse

ode nach der Ansaat sehr langsam und bilden noch keine reproduktiven Organe aus, wodurch eine Erfolgsabschätzung schwierig ist. Der Erfolg der Maßnahmen wurde daher erst im zweiten Vegetationsjahr nach der Übersaat beurteilt. Die frisch etablierten Arten haben dann den ersten bzw. zweiten Winter gut überstanden, sind, kräftig entwickelt und zu einem hohen Prozentsatz fertil.

Die Ergebnisse der Herbst- und Frühjahrsnachsaat sind sehr ähnlich, womit sich beide Zeitpunkte als gut geeignet erwiesen haben. Sowohl bei der Anzahl der etablierten Gräser und Kräuter (Abbildung 2) als auch bei der gemessenen Vegetationsdeckung beider Varianten zeigen sich aber wesentliche Unterschiede zwischen den verwendeten Techniken (Abbildung 3). Die geringsten Effekte im Vergleich zur unbehandelten Variante wurden bei bloßer Übersaat bzw. vorherigem Aufrauen der Fläche mit dem Eisenrechen erzielt. Deutlich besser schnitten die Varianten Vertikutierer, Starkstriegel und Streifenfräse ab, bei denen der Boden schon deutlich intensiver geöffnet wurde. Die mit Abstand besten Ergebnisse wurden nach dem Einsatz der Umkehrrotoregge (mit anschließender Einsaat durch ein Übersaatgerät) erzielt. Wichtig ist noch anzumerken, dass sich nur ein Teil der in der Mischung enthaltenen 40 Arten etablieren konnte. Je stärker der Konkurrenzdruck der der Altarbe, desto geringer die Anzahl der etablierten Arten, aber ebenso geringer ihr Anteil an der Vegetationsdeckung im Untersuchungsjahr.

Sortensaatgut von Leguminosen und Kräutern zur Verbesserung der Futtergrundlage sowie der Biodiversität

Intensiv genutztes Grünland mit 4 oder mehr Schnitten ist prinzipiell relativ artenarm, da nur wenige Gräser und noch weniger Kräuter diese hohe Schnittfrequenz vertragen. Solche Flächen müssen daher regelmäßig nachgesät werden, um einen hochwertigen Bestand an gewünschten Arten zu erhalten. Wobei hier moderne Nachsaatmischungen für Vielschnittnutzung vor allem auf die Etablierung gewünschter Gräserarten abzielen und alternativ auch als Nachsaatmischung mit Rot- und Weißklee angeboten werden.

In Deutschland und seit 2018 auch in Österreich laufen

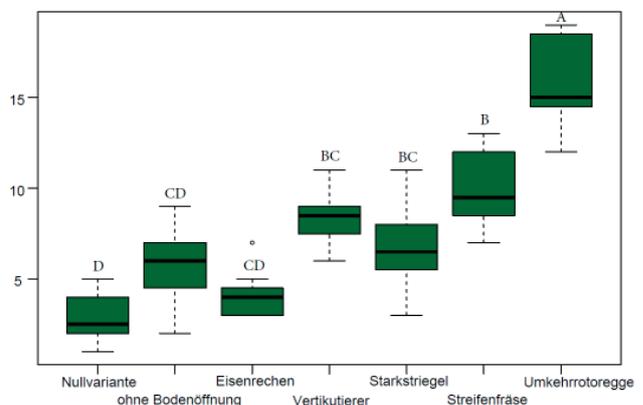


Abbildung 3: Anzahl etablierter Leguminosen und Kräuter bei einer Frühjahrsübersaat in eine bestehende artenarme Mähweide, Zweite Vegetationsperiode nach Frühjahrsübersaat

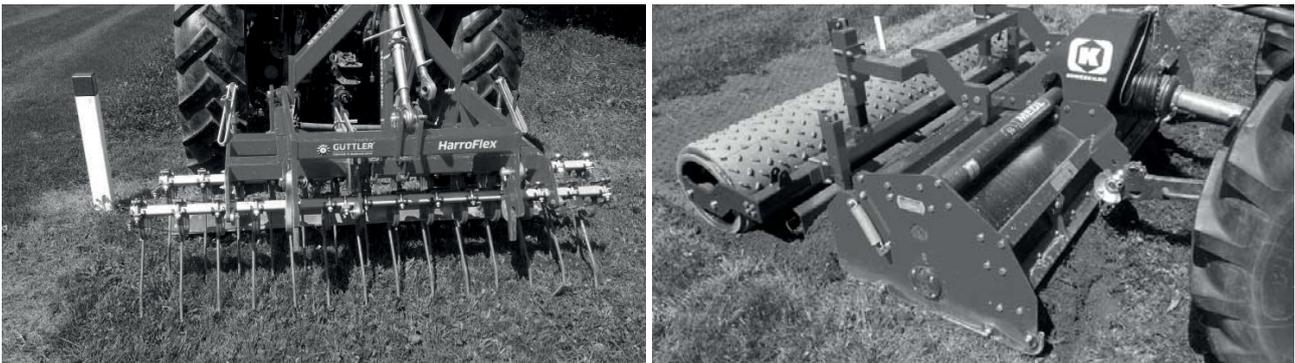


Bild 2: Starkstriegel und Umkehrfräse, zwei effektive Verfahren zur Etablierung von Saatgutmischungen

Versuche, intensiv genutzte Bestände mit bis zu 5 Nutzungen pro Jahr gezielt durch regelmäßige Übersaat mit Rotklee anzureichern. Versuchsergebnisse der Universität Hohenheim zeigen dazu sehr gute Erfolge (Heine et al. 2018), vor allem bei reduzierter Stickstoffdüngung bzw. reduzierter Stickstoffverfügbarkeit. Dies bestätigen auch derzeit laufende Praxisversuche in Oberösterreich. Die Trockenheit 2018 und 2019 hat in den österreichischen Grünlandbeständen ihre Spuren hinterlassen. Wobei in den Folgeaufwüchsen einiger Flächen deutlich sichtbar wurde, dass tiefwurzelnde Wiesenkräuter wie der Spitzwegerich oder auch Leguminosen wie Rotklee, Luzerne und Hornklee sich unter diesen Bedingungen sehr gut in den Beständen etablieren konnten und teilweise auch relevante Bestandanteile erreichten. Man kann daraus ableiten, dass diese Arten bei trockenen Bedingungen sowohl die Weideleistung als auch den Ertrag bei Schnittnutzung steigern können (Loges, 2019). Dazu kommen die positiven Leistungen dieser Wiesenkräuter in Hinblick auf die Versorgung mit Vitaminen, Mineralstoffen und sekundären Inhaltsstoffen, die unter anderem entzündungshemmend wirken oder bei Hornklee ein hoher Gehalt an Tannin, der zu hohen Gehalten an pansenstabilem Protein führt. Aufgrund dieser positiven Eigenschaften hat sich auch die Züchtung bereits um einige Arten gekümmert und vor allem von Zichorie und Spitzwegerich, aber auch Kümmel und Kleinem

Wiesenknopf ist Saatgut von Zuchtsorten am Markt verfügbar.

Die höhere Ertragsstabilität in Trockenjahren sowie die Biodiversitätssteigerung auf diesen Flächen sind also zwei gute Gründe, neben dem Rotklee auch beispielsweise das Potential von Zichorie, Spitzwegerich aber auch des tiefwurzelnden Hornklees, zumindest auf trockenheitsgefährdeten Teilflächen, zu nutzen. Allerdings ist hier eine regelmäßige Nachsaatmaßnahme notwendig, damit die Arten auch langfristig in vielschnittgenutzten Schnitt- und Weidebeständen etabliert bleiben.

Förderung der Biodiversität mit Saatgut aus regionalen und zertifizierten Wildpflanzen

Aus ökologischer Sicht ist für die Verbesserung der pflanzlichen Biodiversität von ein- bis maximal dreischnittigem Grünland die Verwendung von Saatgut ideal, welches aus Arten zusammengesetzt ist, die in der gleichen Region ihre ursprüngliche Heimat haben, keine gezüchteten Sorten enthalten sondern nur ursprüngliche Wildpflanzen des Extensivgrünlands. Diese stammen idealerweise aus der gleichen naturräumlichen Großeinheit, also aus derselben Region (z.B. Alpenvorland, Mühlviertel, Alpenraum), in der die Blühfläche später angelegt wird. Damit wird nicht



Bild 3: Vergleich einer unbehandelten Grünlandfläche mit einer Kräutereinsaat mittels Rotorumkehrege

nur die Art, sondern auch ihre regionale genetische Ausprägung, die zwischen verschiedenen Naturräumen sehr unterschiedlich sein kann, erhalten. Zusätzlich sind viele der darin enthaltenen Arten auch wichtige, inzwischen rar gewordene Futterbasis für verschiedene Blütenbestäuber wie Wildbienen, Schmetterlinge oder Schwebfliegen.

Mit Hilfe der in der Gumpensteiner Genbank eingelagerten Samen heimischer Wildpflanzen des Extensivgrünlands wird seit einigen Jahren ein Spektrum von knapp 100 unterschiedlichen Arten und Herkünften an einheimischen Kräutern und Leguminosen großflächig von Landwirten in Ober- und Niederösterreich vermehrt. Unterschiedliche Saatgutmischungen daraus werden interessierten Landwirten als regionales, zertifiziertes Wildpflanzensaatgut zur Verfügung gestellt.

Was ist zertifiziertes Wildpflanzensaatgut?

Als Käufer regionaler Saatgutmischungen will man auch eine Garantie, dass der wertvolle Inhalt wirklich von geeigneten Blühflächen in den passenden Regionen Österreichs stammt und nicht billige Ware vom Weltmarkt eigemischt ist. Dazu gibt es in Österreich derzeit zwei Zertifizierungssysteme, das Gumpensteiner Herkunftszertifikat (G-Zert) und REWISA, die von unabhängiger Stelle kontrolliert werden und die Einhaltung der notwendigen ökologischen Standards garantieren. Regionale Gräser und Kräuter nach G-Zert stammen zum Beispiel direkt aus einer Wildsammlung oder aus daraus vermehrten Samen, die auf speziell angelegten Vermehrungsflächen von österreichischen Landwirten vermehrt werden. Dieses Saatgut regionaler Gräser und Kräuter ist ausschließlich und nachweisbar auf Pflanzen zurückzuführen, die sich aus Sammelbeständen gebietseigener Pflanzenarten aus streng definierten Herkunftsregionen über einen langen Zeitraum in vielfachen Generationsfolgen vermehrt haben. Durch das Gumpensteiner Herkunftszertifikat werden die Herkunft und Regionalität, Produktion, Mengenfluss und Generationenfolge des Saatgutes bis zum Endverbraucher hin transparent und nachvollziehbar gestaltet und geprüft (www.gzert.at).

Besondere Hinweise zu Anlage, Pflege und zu geeigneten Saatgutmischungen

Je nach Standortsbedingungen, Düngung, Nutzungsart und Nutzungsintensität sind unterschiedliche Arten für eine Ein- oder Nachsaat geeignet. Dabei besteht ein klarer Zusammenhang zwischen Artenreichtum und Nutzungsintensität. Diese Zusammenhänge werden bei der Zusammensetzung von kommerziellen Grünlandmischungen in Hinblick auf die Auswahl an geeigneten Arten und Sorten von Gräsern und Leguminosen beachtet, sie gelten aber auch für die Einsaat von Kräutermischungen. Das führt je nach Ausgangssituation zur unterschiedlichen Auswahl geeigneter Kräuter und Leguminosen sowie zu unterschiedlichen Bewirtschaftungs- und Pflegekonzepten. Die wichtigsten Zusammenhänge sind nachstehend zusammengefasst:

Nachsaat und ein- bis zweischnittige Folgenutzung:

In Kombination mit geeigneter Nachsaattechnik wie Starkstriegel, Streifenfräse oder Umkehrrotoregge (dabei

immer auf ÖPUL-Konformität achten) können artenreiche Kräutermischungen aus zertifizierten Wildpflanzen erfolgreich etabliert werden. Ebenso ist eine Einsaat von kombinierten Wildpflanzenmischungen (z.B. regionale Glatthaferwiese, Goldhaferwiese, Halbtrockenwiese oder Feuchtwiese) möglich. Entsprechende Mischungen sind am Markt verfügbar (Saatbau Aktuell, 2019).

Wichtig für den Erhalt dieser extensiven, kräuterreichen Wiesen ist ein später erster Schnitt Ende Juni/Anfang Juli mit Heuwerbung gefolgt von einem Herbstschnitt, der beliebig genutzt werden kann.

Nachsaat und dreischnittige Folgenutzung:

Nachsaat von geeigneten Kräutermischungen, wie bereits beschrieben, kann auch bei Dreischnittnutzung erfolgreich sein, allerdings verringert sich das Spektrum der etablierten Arten. Ebenfalls erfolgreich ist eine Nach- oder Neuansaat von Saatgutmischungen für mittelintensive Bewirtschaftung (www.gruenland-viehwirtschaft.at), die vor der Aussaat mit geeigneten Kräutermischungen abgemischt werden. Dabei können sowohl zertifizierte Kräutermischungen aus Wildblumen als auch gezüchtete Futterkräuter verwendet werden. Es empfiehlt sich dann jedenfalls ein relativ später erster Schnitt mit Heunutzung, die Folgeschnitte können beliebig genutzt werden.

Nachsaat und vierschnittige Folgenutzung:

Nachsaat mit gezüchteten Futterkräutern sowie Horn- und Rotklee hat sich in Versuchen als erfolgreich erwiesen, diese Maßnahme muss aber regelmäßig ausgeführt werden, damit die gewünschten Arten im Bestand erhalten bleiben.

Nachsaat und fünfschnittige Folgenutzung:

Regelmäßige Nachsaat mit Rotklee ist erfolgreich.

Intensive Portionsweiden:

Untersuchungen aus Deutschland deuten darauf hin, dass Kräuterkleegrasmischungen im Weidebetrieb mit klassischem Weißklee gras durchaus mithalten können und bei ausgeprägter Sommertrockenheit sogar leichte Ertragsüberlegenheit zeigen.

Neuanlage von artenreichem Grünland:

Nährstoffgehalt, pH-Bereich und Feuchtegehalt sind wichtig und bestimmen die tatsächliche botanische Zusammensetzung einer Neuansaat, die sich daher je nach Standort sehr unterschiedlich entwickeln kann. Je nach Standort und beabsichtigter Nutzungsintensität kann man auf zertifizierte Blühmischungen zurückgreifen, bei denen alle Einzelkomponenten aus zertifizierten Wildpflanzen zusammengesetzt sind. In ihrer botanischen Zusammensetzung sind solche Saatgutmischungen zum Beispiel als Glatthaferwiese oder für höhere Lagen als Goldhaferwiese oder auch als Feucht- oder Halbtrockenwiese konzipiert. Diese Wiesenmischungen sind im Spezialhandel erhältlich (www.saatbau.at). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, im Handel erhältliche Grünlandmischungen für mittelintensive Bewirtschaftung (bis zu drei Nutzungen), beispielsweise ÖAG-Dauerwiese B, mit passenden Kräuterzusätzen zu mischen und auszusäen. Hier kombiniert man dann Zuchtsorten von Gräsern und Leguminosen mit zertifizierten Wildkräutern. Bei Wildpflanzensaatgut ist eine Ansaatstärke von etwa 2.000 Samen/m² anzustreben, das entspricht einer Aussaatmenge von 2-3 g/m² (je nach Qualität des Saatbeets bzw. vorhandener Technik). Es ist zu beachten, dass konkurrenzschwache Arten (die meisten Blüten-

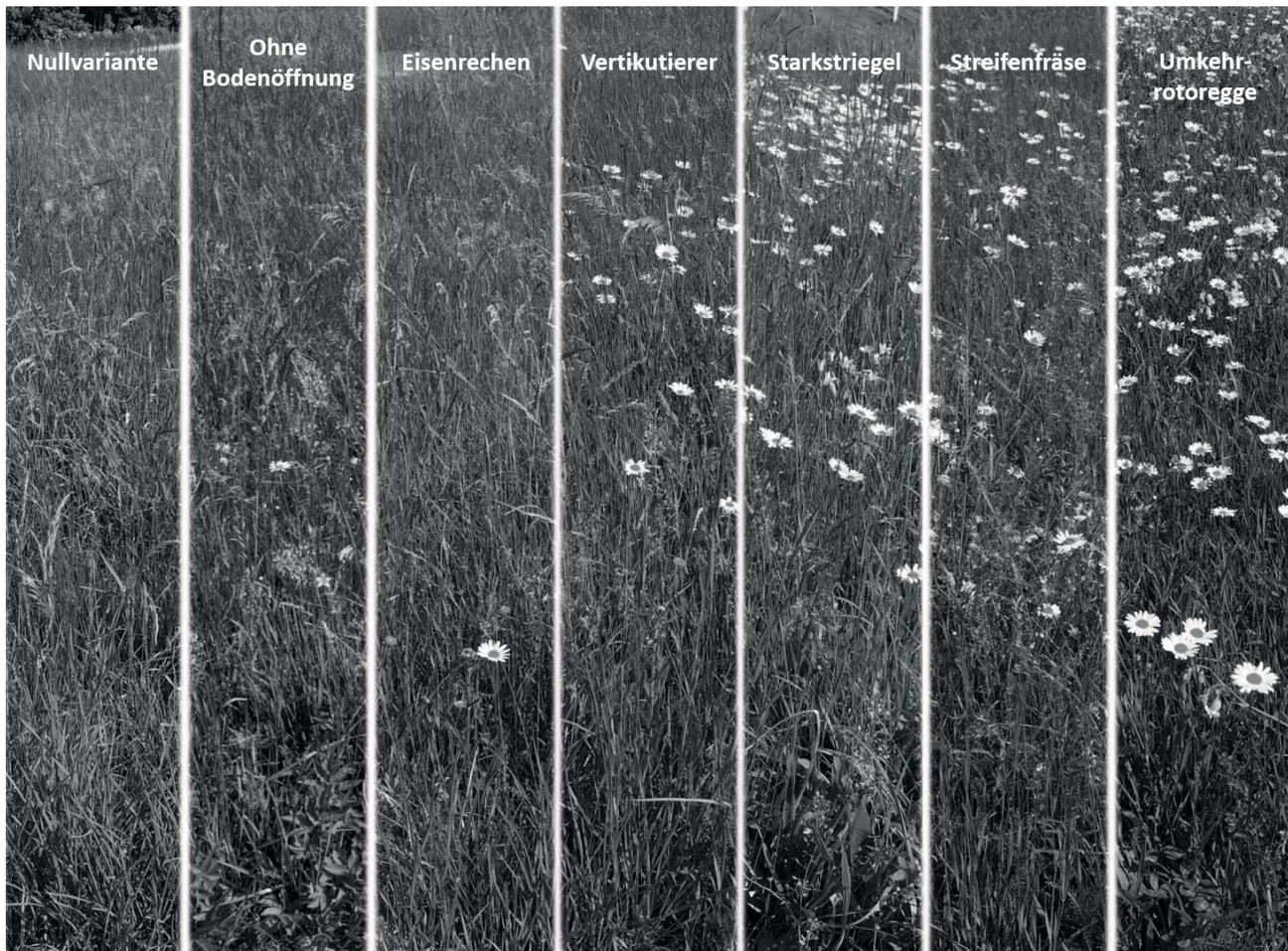


Bild 3: Vergleich der Etablierung einer Kräutereinsaat in Abhängigkeit unterschiedlicher Nachsaatverfahren

pflanzen) sich bei geringer Saatstärke deutlich besser etablieren als bei hoher Saatstärke (geringerer Konkurrenzdruck durch schnellwüchsige Arten). Das Saatbeet muss gut abgesetzt und feinkrümelig sein. Das Saatgut muss oberflächlich abgelegt werden. Ein seichtes Einarbeiten von Ansaaten auf 0,5 cm ist speziell bei der Begrünung von humusarmen Böden (Rohböden) und bei trockenen Bedingungen von Vorteil. Ein anschließendes Verfestigen der Ansaat durch Walzen mit einer geeigneten Profilwalze ist unbedingt zu empfehlen. Aufgrund möglicher Spätfröste sollen die Mischungen Ende April bis Anfang Mai ausgesät werden. Gute Ergebnisse bringt auch eine Einsaat im Spätsommer (spätestens bis Anfang September).

Bei starker Verunkrautung der Neuansaat ist ein Pflegeschnitt (Schröpfungsschnitt) unter Einhaltung einer Schnitthöhe von zumindest 7 cm 4 bis 6 Wochen nach der Anlage durchzuführen. Um ein Absticken des jungen Anwachses zu vermeiden ist bei höheren anfallenden Biomassemengen das Mahdgut abzuführen. Dieser Schnitt kann im Anlagejahr öfter wiederholt werden. Ab dem zweiten Standjahr von mehrjährigen Mischungen muss der erste Schnitt so spät im Jahr erfolgen, dass alle wichtigen Arten einen ausreichenden Reifezustand erreichen (je nach Standort Ende Juni bis Ende Juli). Das Mahdgut des ersten Schnittes muss vor der Abfuhr am Boden getrocknet werden, um ein Ausfallen der Samen und damit eine Regeneration des Bestandes zu ermöglichen. Auch bei dreischnittiger Nutzung kann sich ein

Spektrum an Kräutern langfristig im neu angesäten Bestand erhalten werden, wenn der erste Schnitt spät, also im Juni, und dann idealerweise als Heuschnitt ausgeführt wird.

Weitere Möglichkeiten zur Förderung der pflanzlichen Biodiversität

Wichtig ist abschließend der Hinweis, dass zur Förderung der pflanzlichen Biodiversität am landwirtschaftlichen Betrieb nicht zwingend auf bestehende Grünlandflächen zurückgegriffen werden muss. Wildblumenmischungen können auch auf alternativen Flächen, beispielsweise für die Almrekultivierung, die Begrünung von Wegböschungen, als Saumflächen entlang von Feldwegen, zur Begrünung von Versickerungsflächen, als Blumenrasen, bei extensiv beparkten Flächen auch als Schotterrasen, für Dachbegrünungen aber auch in extensiv genutzten Teilen von Hausgärten zum Einsatz kommen. Auch im Wein- und Obstbau werden zunehmend die Fahrgassen mit Blümmischungen begrünt. Viele Landwirte nutzen auch die Möglichkeit, die wenig produktiven Vorgewende ihrer Ackerflächen als Biodiversitätsflächen mit Feldblumen oder ausdauernden Wildblumenmischungen einzusäen und damit einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Biodiversität am eigenen Betrieb zu leisten und damit zusätzlich wieder eine (Über-) Lebensgrundlage für blütenbestäubende heimische Insekten zu schaffen (Krautzer et al. 2018).

Literatur

- BMNT 2019: Grüner Bericht 2019. Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien 252 Seiten.
- FRÜHWIRTH, P. 2017: Blümmischungen - für Bienen und Menschen. 2. Auflage. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz, 70 Seiten.
- HEINE, L., U. THUMM, M. ELSÄBER, 2018: Rotklee erfolgreich und dauerhaft nachsäen. Innovation 1/2018, 13-15.
- KRAUTZER, B., W. GRAISS, 2015: Regionale Wildblumen als Nahrungsgrundlage für Honig- und Wildbienen. In: Symbiose. Imkerei und Landbewirtschaftung. Eine spannende Partnerschaft. Eigenverlag Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich (LFI), Wien, 68-79.
- KRAUTZER, B., W. GRAISS, A. BLASCHKA, 2019: Prüfrichtlinie für die Zertifizierung und den Vertrieb von regionalen Wildgräsern und Wildkräutern nach dem „Gumpensteiner Herkunftszertifikat“ (G-Zert). Stand Oktober 2019 (www.gzert.at).
- KRAUTZER, B., W. GRAISS, P. HASLGRÜBLER, T. FRÜHWIRTH, E. OCKERMÜLLER, 2018: Aufblühen. Blümmischungen aus heimischen Wildpflanzen. ÖAG Info 4/2018, 28 S.
- LOGES, R. 2019: Biodiversität wagen. Potenzial von Wiesenkräutern in Dauergrünland und Ackerfutterbau. Innovation 1/2019, 7-9.
- SAATBAU AKTUELL 2019: Katalog Begrünung, Ausgabe 2019 der Kärntner Saatbau, Klagenfurt, 52 S (<http://www.saatbau.at/uploads/files/ReNatura-Aktuell-2019-1.pdf>).

Bedeutende Entscheidung auf dem Weg zur Ökoeffizienz am Bio-Milchviehbetrieb

Thomas Guggenberger^{1*}, Albin Blaschka², Christian Fritz³, Markus Herndl⁴ und Georg Terler¹

„A global agenda for change.“ So beginnt das Grundsatzdokument der Vereinten Nationen mit dem der Begriff der Nachhaltigkeit seinen Erfolgzug begonnen hat (United Nation - World Commission on Environment and Development, 1987). Das Dokument analysiert globale Entwicklungen, die seit dem Erscheinen von „Limits of Growth“ (Meadows et al., 1972) zunehmend international besprochen wurden und kommt zum Schluss, dass zukünftige (individuelle und gemeinschaftliche) Entscheidungen im Hinblick auf ihre ökologische, ökonomische und soziale Wirkung zu optimieren sind. Diese drei Begriffe werden später als Säulen der Nachhaltigkeit bezeichnet. Die grundlegende Gültigkeit der Definition wurde schon vor dem Bericht vielfach bewiesen.

Als Beispiel darf das Kernkraftwerk Zwentendorf genannt werden, dass im Rahmen einer Volksabstimmung von der österreichischen Bevölkerung abgelehnt wurde. Was war geschehen? Die zivile Nutzung der Kernkraft nach dem zweiten Weltkrieg versorgte weltweit immer mehr Länder mit billiger Energie. Dies führte zu einer verbreiteten, positiven Bewertung zwischen der ökonomischen und sozialen Säule. Eine ganze Reihe von Reaktorunfällen und die Angst vor einem Atomschlag im „Kalten Krieg“ führten in Österreich zu einer Neubewertung der Entscheidung über die Beziehung zwischen der sozialen und der ökologischen Säule. Das Volk wollte das Risiko einer nuklearen Verseuchung auch gegen die wirtschaftlichen Argumente der Energieversorger nicht eingehen. Man könnte auch sagen: „Der wirtschaftliche Preis für eine radioaktive Verseuchung wurde auf unendlich gesetzt.“ Diese Aussage, sie verbindet die ökonomische und ökologische Säule, führt direkt zum Begriff der Ökoeffizienz (World Business Council for Sustainable Development, 1991).

Ökoeffizienz beschreibt die Beziehung zwischen dem wirtschaftlichen Wert eines Produktes/Prozesses (seinem ökonomischen Nutzen) und der Summe aller negativen Auswirkungen auf die Umwelt die bei seiner Erzeugung/Durchführung anfallen.

Der Titel des vorliegenden Beitrages zwingt zu einem strukturierten Analyseprozess mit folgenden Arbeitsschritten:

- Definition eines Systems zur Lösung der Aufgaben.
- Ermittlung der ökologischen Schäden, die durch die Milchviehbetriebe hervorgerufen werden.

- Ermittlung des ökonomischen Nutzens, der auf biologischen Milchviehbetrieben erwirtschaftet wird.
- Gegenüberstellung der Ergebnisse und Untersuchung bestimmender Einflussgrößen.

FarmLife als System zur Auswertung der Ökoeffizienz landwirtschaftlicher Betriebe

Mit *FarmLife* (Forschungsgruppe Ökoeffizienz HBLFA, 2016) hat die Forschungsgruppe Ökoeffizienz, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, AT in Kooperation mit der Forschungsgruppe Ökobilanzen, AGROSCOPE Reckenholz, CH ein Betriebsmanagement-Tool zur Auswertung der einzelbetrieblichen Ökoeffizienz auf den Markt gebracht. FarmLife verbindet die Ökobilanzierung mit der ökonomischen Auswertung landwirtschaftlicher Betriebe.

Als Ergebnis der Ökobilanzierung werden Umweltwirkungen berechnet, die sich aus direkten betrieblichen Emissionen (z.B. NH₃, N₂O, CH₄, ...) und den Emissionen der Vorleistungsketten ergeben. Die methodische Vorgehensweise des Verfahrens wurde genau dokumentiert (Herndl et al., 2016). Die derzeit dargestellten Umweltwirkungen betreffen die physikalischen und chemischen Beziehungen der Produktion zur Umwelt. Stellvertretend für eine enorme Anzahl einzelner Bewertungen wurden folgende Umweltwirkungen ausgewählt (Bystricky et al., 2015):

- Bedarf an nicht erneuerbarer Energie (MJ-Äquivalente): Beschreibt die betriebliche Abhängigkeit im Hinblick auf Infrastruktur, Kraftstoff und den mit fossilem Energieeinsatz hergestellten zugekauften Betriebsmitteln.
- Treibhauspotenzial (100 Jahre kg CO₂ Äquivalente): Beschreibt die Freisetzung der verschiedenen Treibhausgase aus dem landwirtschaftlichen Betrieb und deren Wirkungsstärke für den Treibhauseffekt.
- Aquatische Eutrophierung N (kg): Hier kurz als Eutrophierung N bezeichnet, beschreibt diese Umweltwirkung die Verluste von Stickstoff in das Grund- oder Oberflächenwasser.
- Aquatische Eutrophierung P (kg): Hier kurz als Eutrophierung P bezeichnet, beschreibt diese Umweltwirkung vor allem die Erosion von landwirtschaftlichen

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

² Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs, Altirdning 11, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Ökonomie und Ressourcenmanagement, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

⁴ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Umweltökologie, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

Böden in das Oberflächenwasser.

- Terrestrische Ökotoxizität Schwermetalle (kg): Hier kurz als Schwermetalle Boden bezeichnet, beschreibt den direkten Eintrag von Schwermetallen über die Betriebsmittel (vorwiegend Dünger) und die Schwermetallbelastung der Infrastruktur.
- Terrestrische Ökotoxizität Pestizide (kg): In diesem Beitrag auf 0, da die biologische Landwirtschaft keine Pestizide einsetzen darf.
- Ressourcenbedarf Phosphor (kg): Hier als Phosphorverbrauch dargestellt, zeigt diese Umweltwirkung die Abhängigkeit zur knappen Ressource des mineralischen Phosphors.
- Landverbrauch (m²): Beschreibt die Beziehung der Produktion zur notwendigen Referenzfläche. Eingerechnet sind die eigenen Flächen, und jene Fläche die notwendig ist um die zugekauften Betriebsmittel zu erzeugen.

Zur Umsetzung der weiteren Arbeitsprozesse wurden aus dem FarmLife-Netzwerk der Jahre 2014 - 2018 insgesamt 90 biologisch wirtschaftende Betriebe ausgewählt. Die Auswahl betrifft räumlich vor allem den mit Biobetrieben stark besetzten Alpenbogen ab den Hohen Tauern ostwärts. Die Eckdaten der Betriebe werden in Tabelle 1 beschrieben. Der interne Vergleich mit den nationalen Verwaltungsdaten aus dem Jahr 2017 (INVEKOS, aktuelle Fassung) zeigt, dass die verfügbare Stichprobe im begünstigten Bereich der österreichischen Bio-Milchwirtschaft liegt. Die Betriebe der Stichprobe halten etwa 5 Kühe mehr und haben eine um 1.200 kg höhere Milchleistung. Das bedeutet nun nicht zwangsläufig, dass das Datenmaterial ungeeignet für die gegebene Fragestellung ist. Die Variabilität ist gegeben und vor allem das ist wichtig um Einflussfaktoren zu erkennen. Nur dürfen die im Beitrag gegebenen Zahlen nicht stellvertretend für die biologische Milchwirtschaft verwendet werden.

FarmLife erfasst die Stoffströme, die sich zwischen Feld und Stall ergeben, berücksichtigt Input/Output-Ereignisse auf der Hofschwelle des bäuerlichen Betriebes und bewertet betriebliche Emissionen in die angeschlossenen Medien (Boden, Luft, Wasser). Immer bilden sich die Ergebnisse zuerst als Summe ab. Dies gilt nicht nur für die Umweltwirkungen, sondern auch für die ökonomischen Größen. Die Bewertung der Beziehung zwischen den Eingangsdaten und dem Summenergebnis würde nun schon genügen, um Einflussfaktoren zu erkennen. Für einen Vergleich im Betriebsnetz müssten die Summen aber normiert werden. Diese Normierung führt über einen Divisor mit einer so-

genannten funktionellen Einheit. In dieser Arbeit werden die Umweltwirkungen jeweils pro ha Betriebsfläche und zusätzlich pro Liter Milch angegeben. Die Milch liegt als energiekorrigierte Milch (ECM) mit einem Fettgehalt von 4,0 % und einem Eiweißgehalt von 3,3 % vor.

Die Wahl der funktionellen Einheit ist entscheidend für die Interpretation und strategische Positionierung der Ergebnisse. Eine ideale Lösung ist die gemeinsame Betrachtung und Diskussion mehrerer funktioneller Einheiten (Guggenberger und Herndl, 2017a). Wir verwenden zur Analyse der Umweltwirkungen sowohl die Betriebsfläche (ha) als auch eine geeignete Ertragsgröße (l Milch). Für die ökonomischen Größen steht derzeit nur die Betriebsfläche (ha) zur Verfügung. Grund ist ein noch nicht geschlossener Datenstrom in FarmLife.

Die Umweltwirkungen der biologischen Milchbetriebe

Für die Auswertung der Umweltwirkungen der Milchproduktion, diese sind in Tabelle 2 dargestellt, wurde der genannte Betriebszweig aus dem gesamten Stoffstrom des Bauernhofes extrahiert. Die Ergebnisse zeigen also nicht den gesamten Biobetrieb, sondern nur jenen Teil, der der Milcherzeugung zugeordnet werden kann. Ohne dass wir uns vorerst bemühen die Ergebnisse nach ihrem Mittelwert einzuordnen, können wir die Streuung der Ergebnisse in % untersuchen. Es zeigt sich, dass sich die hohe Eingangsstreuung aus Tabelle 1 in die Ergebnisse fortpflanzt. Stoffströme wie Energie, Treibhausgase, Eutrophierung und Landverbrauch zeigen eine natürliche Dynamik, ihre auslösenden Ereignisse liegen dynamisch vor. Dies ist im Falle der Schwermetallbelastung im Boden oder des Phosphorverbrauchs anders. Deren Auftreten hängt stark von Betriebsmitteln ab, die benutzt werden können, aber nicht müssen.

Für die Interpretation des ersten Teiles der Tabelle 2 kann der Energie- bzw. Nährstoffgehalt der Milch (Max Rubner Institut, 2018) mit den Umweltwirkungen in Beziehung gebracht werden. Bei großzügiger Betrachtung kann erkannt werden, dass die Umweltwirkungen etwa dem jeweiligen Gehalt der Milch entsprechen oder diesen nur gering über/unterschreiten. Der Aufwand an fossiler Energie entspricht etwa dem Nährwert der Milch. Auch für Stickstoff und Phosphor trifft das zu. Schwermetalle und Treibhauspotenzial spiegeln sich nicht in der Milch. Der Landverbrauch ist gut geeignet um einen Querverweis zu anderen Produktionssystemen herzustellen. Betrifft die Bewertung eine Ackerfläche, dann wachsen auf 2,58 m² etwa 640 Gramm Brotgetreide. Kann eine Fläche nur als Grünland genutzt werden, dann wäre die Ertragsleistung ohne Wiederkäuer nicht gegeben. Für das Treibhauspotenzial pro Liter Milch wird mit 1,51 kg CO₂-Äquivalente im Literaturvergleich (Bystricky et al., 2014, Hörtenhuber et al., 2013, Marton und Guggenberger, 2015, Thomassen et al., 2009) ein leicht erhöhter Wert erreicht, wobei hier streng auf die jeweiligen Bewertungsmethoden (Art und Umfang) geachtet werden muss. Der hier dargestellte Wert berücksichtigt sowohl die Vorleistungen, als auch die direkten Emissionen.

Tabelle 1: Eckdaten von 90 biologischen Betrieben im FarmLife-Netzwerk

Parameter	Einheit	Mittelwert	Stabw.
Betriebsfläche	ha	26,7	13,5
High Nature Value Farmland	%	34,9	25,4
Grundfutterertrag	kg T/ha	6.801	2.076
Tierbesatz	GVE/ha	1,26	0,44
Anteil Kühe	% der Rinder-GVE	63,0	11,2
N-Düngung	k N/ha	88,4	27,8
Milchleistung	kg ECM/Kuh	5.600	1.200
Milchleistung	kg ECM/ha	4.219	1.610
Anteil Grundfutter in der Jahresration	%	92,3	7,2
Autarkie Gesamtfutter	%	86,3	16,2
Ernährungsleistung (energetisch)	Personen/ha	2,89	1,16

Std. = Standardabweichung

Tabelle 2: Umweltwirkungen am biologischen Milchviehbetrieb

Umweltwirkung	Einheit	pro Liter Milch		
		Mittelwert	Std.	Std. %
Nicht erneuerbare Energie	MJ äqu.	4,11	1,56	37,9
Treibhauspotenzial (100 Jahre)	kg CO ₂ äqu.	1,51	0,46	30,5
Eutrophierung N	g	4,44	2,58	58,0
Eutrophierung P	g	0,12	0,06	55,3
Schwermetalle Boden	g 1,4-DB äqu.	0,38	0,51	135,6
Phosphorverbrauch	g	0,09	0,20	222,3
Landverbrauch	m ²	2,58	0,98	37,9

Umweltwirkung	Einheit	pro ha		
		Mittelwert	Std.	Std. %
Nicht erneuerbare Energie	MJ äqu.	21.642	8.937	41,3
Treibhauspotenzial (100 Jahre)	kg CO ₂ äqu.	7.823	2.199	28,1
Eutrophierung N	kg	22,4	10,7	47,7
Eutrophierung P	kg	0,6	0,2	39,5
Schwermetalle Boden	kg 1,4-DB äqu.	2,2	3,8	171,4
Phosphorverbrauch	kg	0,7	2,0	298,0
Landverbrauch	m ²	12.822	3.011	23,5

Std. = Standardabweichung, äqu. = äquivalent

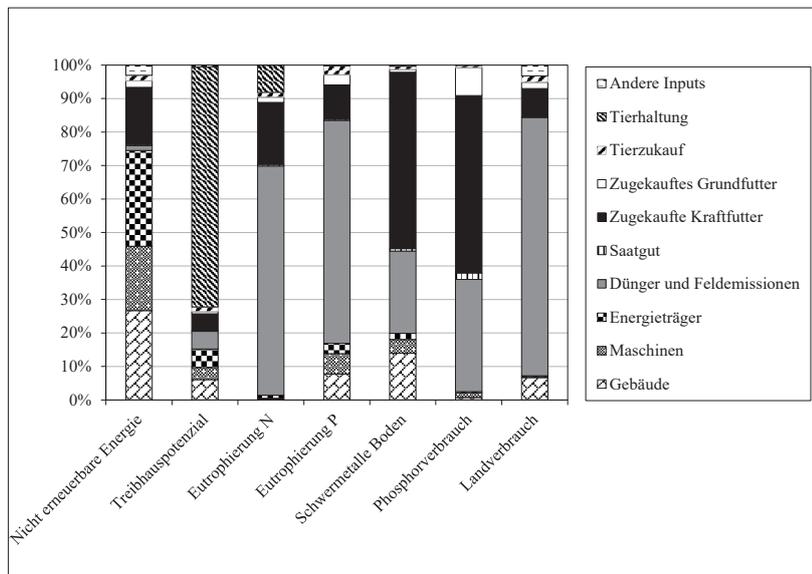


Abbildung 1: Anteil der Input-Gruppen in den einzelnen Umweltwirkungen

Auch die Auswertung der Umweltwirkungen pro ha kann sich an Referenzgrößen orientieren. Der Verbrauch an nicht erneuerbarer Energie entspricht etwa 480 Liter Diesel, Der kalkulatorische Anfall an biogenen Treibhausgasen würde im gängigen Standard zur Emissionnsberichterstattung dem Verbrauch von zusätzlichen 2.500 Liter Diesel entsprechen. (Der Konjunktiv weist darauf hin, dass der Autor mit der gegenwärtig geübten Interpretationspraxis nicht einverstanden ist.) Die Stoffgrößen von N und P sind gemessen an den Kreislaufgrößen gering. Zu den bestehenden Eigenflächen (1 ha = 10.000 m²) benötigen die Betriebe noch einmal rund 0,3 ha.

Für die Reduktion bzw. Stabilisierung von Umweltwirkungen, diese wird auf dem Weg zur Ökoeffizienz immer notwendig sein, müssen auslösende Ereignisse gefunden werden. FarmLife zeigt diese Ereignisse als Inputgruppen an. Diese Gruppen können sich direkt aus Betriebsinventaren oder Betriebsmitteln ableiten oder bringen den Anfall direkter Emissionen zum Ausdruck. Folgende drei Bereiche

wirken in Abbildung 1 mehrfach und besonders deutlich:

- **Zugekauftes Futter:** Die Anreicherung des Nährstoffpools eines landwirtschaftlichen Betriebes über den Futterzukauf führt – unabhängig ob es sich um Grund- oder Kraftfutter handelt – immer zu einer steigenden Belastung mit Vorleistungswirkungen aller Art. Jeder kg Futter ist mit Inventar, Kraftstoff, Düngung und seiner Referenzfläche belastet.
- **Tiere im Nährstoffkreislauf und zugekaufter Dünger:** Die Beziehung der Tiere zu den verfügbaren Futterflächen, sowie individuelle Leistungsziele bestimmen vor allem die Feldemissionen von Stickstoff. Beide Düngernährstoffe (N und P) können noch stark durch die Verwendung von zugekauftem Dünger beeinflusst werden.
- **Art und Dichte der Tierhaltung/Düngung:** Direkte Emissionen wie CH₄ und N₂O bestimmen das Treibhauspotenzial ganz entscheidend. Hier besteht ein direkter Zusammenhang zum Tierbesatz, der Fütterung und der Düngung.

Die Wirtschaftlichkeit der biologischen Milchbetriebe

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion, einzelne Teilgrößen sind in Tabelle 3 dargestellt, wurde der gesamte landwirtschaftliche Betrieb herangezogen (Fritz, 2019). In aller Regel bedeutet das, dass die Betriebszweige der Rindermast und der Zucht von Rindern anteilig im Ergebnis enthalten sind. Als funktionelle Einheit findet sich hier nur der Flächenbezug pro ha. Später im Beitrag werden beide Einheiten noch einmal angesprochen. Wieder ist die Streuung der Parameter von hoher Bedeutung. Bei

einer Standardabweichung von 63,4 % beim Endergebnis, das sind er Einkommensbeitrag, verbleiben einem bäuerlichen Betrieb pro ha im Minimum nur rund 500 €/ha oder im Maximum etwa 2.200 €/ha. Ein Unterschied der sicher zwischen erfolgreicher Betriebsübergabe und Betriebsauflösung entscheidet.

Direktkosten sind Kosten für Futter und Vieh und stehen den Direktleistungen, das sind die Erlöse für Milch und Fleisch, gegenüber. Gemeinkosten bilden sich durch Abschreibun-

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeit am biologischen Milchviehbetrieb

Kostenrechnung	Einheit	pro ha		
		Mittelwert	Std.	Std. %
Direktkosten	€	779	348	44,6
Direktleistungen	€	2.764	1.083	39,2
Gemeinkosten	€	1.136	585	51,5
Gemeinleistungen	€	821	298	36,3
Ausbezahlte Faktorkosten	€	299	205	68,6
Einkünfte	€	1.370	869	63,4

Std. = Standardabweichung

gen und allgemeine Betriebsausgaben (z.B. Reparaturen und Instandhaltung, ...). Gemeinleistungen werden von den Förderungen dominiert. Ausbezahlte Faktorkosten betreffen die Sozialversicherung, ausbezahlte Löhne und Pachtkosten. Die Einkünfte berechnen sich aus der Summe aller Größen. Leistungsseitig zeigt sich nun, dass die nationalen Förderungen zwar notwendig sind, aber fast 80 % der Leistungen durch die Produktion erzielt werden. In Verbindung mit der Leistung pro ha, diese ist nicht hoch und vom Potenzial her begrenzt, spielt vor allem der gute Produktpreis eine entscheidende Rolle. Der Aufwand wird durch die Gemeinkosten dominiert. Die Investitionen für Maschinen und Gebäude, sind im Berggebiet besonders-problematisch und machen dabei einen großen Anteil aus.

Die Methode zur Auswertung der Ökobilanz

1. Schritt – Normalisierung der einzelnen Umweltwirkungen über den Rang des Betriebes in der Normalverteilung seiner Grundgesamtheit: Jedes Ergebnis der Ökobilanzierung wird nach seiner Größe in die aufsteigende Verteilung der Grundgesamtheit aller Milchviehbetriebe (konventionelle und biologische) eingetragen. Die gesamte Verteilung wird derzeit dynamisch in 10 Klassen unterteilt und der betroffene Rang bestimmt. Diese Methode wird sowohl über den Rang der Umweltwirkung pro ha (x-Achse) als auch über den Rang der Umweltwirkung pro Output (y-Achse) durchgeführt. Ein niedriger Rang auf beiden Achsen bedeutet, dass sowohl pro ha als auch pro Output unterdurchschnittlich wenige Umweltwirkungen anfallen. Das ist effizient. Über die je zwei Möglichkeiten pro Achse wurden so die vier Bewirtschaftungsklassen effizient, ineffizient, extensiv und intensiv geschaffen. Siehe dazu

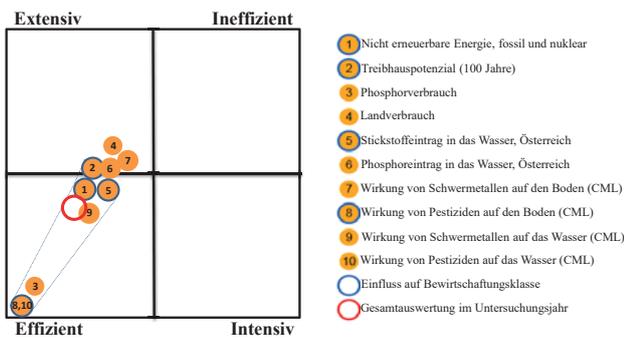


Abbildung 2: Schritt 1 und Schritt 2 zur Auswertung der Umweltwirkungen biologischer Milchviehbetriebe

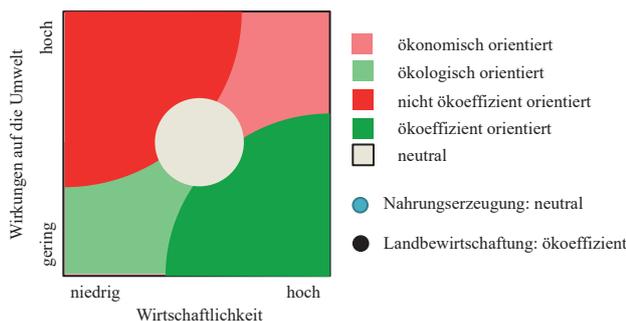


Abbildung 3: Zusammengeführte Auswertung der Ökoeffizienz biologischer Milchviehbetriebe (Schritt 3)

Abbildung 2. Dies kann nicht nur für Umweltwirkungen, sondern auch für ökonomische Größen erfolgen, wobei die Wirkungsrichtung der Achse zu beachten ist.

2. Schritt – Zusammenfassung der normalisierten Werte: Da nun jeder Wert einen eindeutigen Rang besitzt, können beliebige Größen über ihre x/y-Bezüge in eine gemeinsame Größe zusammengefasst werden. Derzeit werden für das Umweltmanagement vier Teilaspekte und für die Ökonomie der Einkommensbeitrag verwendet. Die genutzten Werte zur Erstellung der Zusammenfassung werden in Abbildung 2 als blaue und der zusammengefasste Wert als roter Kreis dargestellt.
3. Schritt – Gegenüberstellung von Umweltwirkungen und Einkommensbeitrag: Aus der finalen Bewertung der Ökonomie und Ökologie entstehen in Schritt 2 vier Werte, die nun über ihre Achsenzuordnung gekreuzt werden. Die Bewertung der y-Achse (ha) liefert sowohl den ökologischen als auch den ökonomischen Wert für die Landbewirtschaftung. Die Paare der y-Achse (z.B. ernährte Personen) liefern die gleichen Informationen für die Nahrungserzeugung.

Verortung der Ökoeffizienz biologischer Milchviehbetriebe

Innerhalb der Vergleichsgruppe von insgesamt 186 Milchviehbetrieben ergibt sich für die 90 ausgewählten, biologischen Milchviehbetriebe im Mittel eine ökoeffiziente Landbewirtschaftung bei neutraler Nahrungserzeugung! Das bedeutet zum einen, dass der ökologische Impact der Stichprobe der biologischen Betriebe im Mittel kleiner ist. Beide Punkte zu den Umweltwirkungen in der Flächenbewirtschaftung und in der Nahrungserzeugung befinden sich in der unteren Hälfte der Abbildung, der Unterschied der Umweltwirkungen zwischen Landbewirtschaftung und Nahrungserzeugung ist im Mittel nur mäßig ausgeprägt. Entlang der Achse der Wirtschaftlichkeit ergibt sich ein ähnlich hoher Unterschied, zwischen den beiden funktionalen Dimensionen. Die Mittelwerte der ökonomischen Größen stehen in einer günstigeren Beziehung zur Fläche als zur Milch-/Fleischmenge am Betrieb. Hier greift die klassische ökonomische Lehre der Stückkosten - die Gemeinkosten können auf nur wenig Milch verteilt werden. Die flächengebundenen Förderungen wirken hingegen „ohne Verdünnung“.

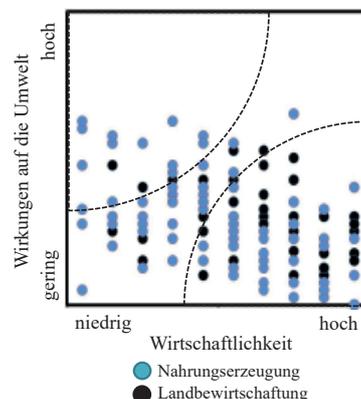


Abbildung 4: Ökoeffizienz-Ergebnisse der Einzelbetriebe in der biologischen Stichprobe

Von höchster Bedeutung für das hier vorgestellte Thema ist das Verständnis für die räumliche Lage der beiden Punkte in Abbildung 3. Die Ökoeffizienz der Landbewirtschaftung und der Nahrungserzeugung bewegen sich auf einer imaginären Linie, die sich von links oben nach rechts unten durch die Abbildung zieht. Sehr extensive Betriebssysteme haben eine hervorragende Ergebnisse in der Landbewirtschaftung, aber eine sehr schlechte Bewertung pro Nahrungseinheit. Es wird zwar sehr wenig an Betriebsmitteln verwendet, aber noch weniger an Ertrag erzielt. Bei sehr intensiven Systemen trifft genau das Gegenteil zu. Pro Nahrungseinheit, etwa pro Liter Milch, werden hervorragende Werte erzielt, aber die Umweltwirkungen aggregieren sich ganz klassisch auf der Fläche. Alle Übergänge sind, das zeigt Abbildung 4 sehr deutlich, möglich. **Die biologische Landwirtschaft wird für sich herausfinden, welche Zielgröße (Landbewirtschaftung oder Nahrungserzeugung) für das System notwendig ist. Dies ist die erste Entscheidung der biologischen Milchwirtschaft auf ihrem Weg zur Ökoeffizienz. Eine Entscheidung, die ein gemeinsames Bekenntnis benötigt!**

Betriebliche Kennzahlen zur Beeinflussung der Ökoeffizienz

Für detaillierte Handlungsempfehlungen am bäuerlichen Betrieb ist eine zumindest einjährige Untersuchung des Betriebes mit dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife sinnvoll. Der Arbeitsaufwand von rund 2,5 Tagen steht in einem günstigen Verhältnis zur Präzision der Ergebnisse. Wie man das Werkzeug nutzt, kann unter www.farmlife.at im Bereich Information und Anmeldung anhand von Kurzfilmen studiert werden. Wir empfehlen jedenfalls die Teilnahme an einem FarmLife-Kurs.

Der allgemeine Zugang zu Handlungsempfehlungen führt über Tabelle 4. Diese zeigt die Beziehung zwischen klassischen Betriebskennzahlen und den im Beitrag dargestellten Umweltwirkungen. Man beachte, dass die Tabelle sowohl Korrelationen zur Landbewirtschaftung (pro ha) als auch zur Nahrungserzeugung (pro l Milch) anzeigt. Ein langer Balken zeigt eine stärkere Beziehung, eine dunkle Farbe eine negative Wirkung. Bitte beachten Sie, dass innerhalb der Tabelle viele indirekte Beziehungen bestehen und erst Werte über 0,5 ernstgenommen werden können. Das hier in so vielen Bereichen nur Tendenzen = schwache Beziehungen bestehen, ist auf das geschlossene Datenmaterial zurückzuführen. Eine ähnliche Untersuchung, die sowohl konventionelle als auch biologische Betriebe berücksichtigt, zeigt ein viel klareres Ergebnis (Guggenberger und Herndl, 2017b).

Folgende Aussagen können aber abgeleitet werden:

- Ein hoher Inventarbestand fördert die fossile Energieabhängigkeit und das Treibhauspotenzial. Das gilt auch für Kraftstoffe und Strom.
- Ein hoher Tierbestand fördert das Treibhauspotenzial. Dies gilt auch für seine Grundlage, ein hohes Grundfutterangebot und in Folge für alle Düngernährstoffe. Im Zusammenhang damit steht auch die Milchleistung in kg ECM/ha. Man beachte hier wieder die Gegenläufigkeit der beiden funktionellen Einheiten.
- Die Fütterung hat keine sehr intensive Beziehung zu

Umweltwirkungen, da die Autarkie der Biobetriebe insgesamt hoch ist. Andere Arbeiten zeigen aber eine deutliche Beziehung. Wie besprochen belasten Futterzukäufe alle Umweltwirkungen in hohem Maße.

- Die Auswertung zur Wirtschaftlichkeit subsummiert viele mögliche Aussagen noch einmal. Ob nun als Kosten oder als Leistungen, stehen hinter jeder Transaktion Stoffe, die entweder gekauft werden, oder die Anteil an der Produktion haben. Positiv für die Einkünfte selber sind ein fruchtbarer Standort (Ertrag und Nährstoffsituation) mit einer hohen Gesamtfutterautarkie und günstigen Leistungskennzahlen.

Insgesamt verdichten die Kennzahlen aber jene Information, die wir bei Abbildung 1 bereits besprochen haben. Unter der Annahme, dass eine umweltverträgliche Landbewirtschaftung das vorrangige Ziel ist, wird sich das Konzept der standortgerechten Landwirtschaft durchsetzen. Dies bedeutet, dass der Tierbestand und die individuellen Leistungsziele nicht nach marktwirtschaftlichen Aspekten, sondern weitgehend nach den Möglichkeiten der Betriebsfläche festzulegen sind. Eine Erhöhung der Leistung führt dann nur mehr über die innere Optimierung des Produktionssystems. **Die zweite Entscheidung auf dem Weg zur Ökoeffizienz lautet deshalb: Nutze alle natürlichen Potenziale zur Verbesserung deines Produktionssystems aus!**

Die dafür notwendigen Maßnahmen sind das Standard-Repertoire für jeden landwirtschaftlichen Betrieb und die gesamte Produktionslandschaft.

- Guter Umgang mit dem Boden: Keine Verdichtungen, keine Erosionen.
- Standortangepasster Pflanzenbestand: Geschlossene Mischbestände mit guter Verdaulichkeit im Grünland, gute Fruchtfolge, richtige Sorten im Ackerbau.
- Ertragsangepasste Düngung: Geplante Verteilung, richtiger Zeitpunkt.
- Gesunde Tiere: Gute Haltung, gute Pflege, gutes Management.
- Gute Fütterungspraxis: Ausgewogene Rationsgestaltung, gutes Futtermittelmanagement.
- Gesunde Beziehung zu den Märkten: Knappe Mengen, hohes Vertrauen.
- Für den Fall, dass doch die Leistungssteigerung als Lösung in Betracht gezogen wird, (grundsätzlich ist das natürlich auch möglich) erweitert sich die Liste mit den folgenden Aufgaben:
 - Besonders gutes Management der Umweltwirkungen. Dazu gehören Maßnahmen wie der Einsatz von alternativen Techniken zur Optimierung des Energiesystems, eine genaue Düngeplanung inklusive einer vertraglichen Abnahme von Dünger durch Dritte, besonders emissionsmindernde Maßnahmen bei der Ausbringung usw.
 - Genaue Beobachtung erster Leistungsdepressionen (Boden, Pflanze, Tier, Wirtschaftlichkeit) mit geeigneten Techniken oder Werkzeugen.

Zusammenfassung

Entscheidungen auf dem Weg zur Ökoeffizienz am Bio-Milchviehbetrieb beginnen mit der Akzeptanz der Not-

Tabelle 4: Beziehung zwischen klassischen betrieblichen Kennzahlen und den Umweltwirkungen/Erlösen am Betrieb

Parameter		Nicht erneuerbare Energie		Treibhauspotenzial		Eutrophierung N		Eutrophierung P	
		pro ha	pro l Milch	pro ha	pro l Milch	pro ha	pro l Milch	pro ha	pro l Milch
Fläche									
Betriebsfläche	ha	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	0,2	0,0	-0,2	-0,2
High Nature Value Farmland	%	-0,2	0,1	-0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,4
Infrastruktur									
Gebäude	m³/ha	0,6	0,3	0,5	0,1	-0,1	-0,2	0,3	0,0
Alter der Gebäude	Jahre	-0,1	0,1	0,0	0,2	-0,1	0,0	-0,2	-0,1
Maschinen	kg/ha	0,7	0,4	0,4	0,1	0,0	-0,1	0,3	0,0
Alter der Maschinen	Jahre	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
Energieeinsatz									
Kraftstoff	kg/ha	0,5	0,3	0,5	0,1	0,2	-0,1	0,1	-0,2
Strom	MJ/ha	0,7	0,4	0,5	0,1	0,0	-0,1	0,4	0,0
Tierbestand									
Tierbesatz	GVE/ha	0,3	-0,1	0,6	0,0	0,4	0,0	0,1	-0,2
Anteil Milchkuh an Rinder	%	0,3	-0,1	0,2	-0,3	0,0	-0,2	0,0	-0,3
Ertrag und Düngung									
Grundfutterertrag	kg/ha	0,4	-0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,2	-0,2
N-Düngung	kg/ha	0,5	-0,1	0,7	-0,1	0,3	-0,1	0,3	-0,2
P ₂ O ₅ -Düngung	kg/ha	0,5	-0,1	0,6	-0,2	0,3	-0,2	0,3	-0,2
K ₂ O-Düngung	kg/ha	0,5	-0,1	0,6	-0,1	0,3	-0,2	0,3	-0,2
Milchertrag									
ECM	kg/Kuh	0,0	-0,3	-0,1	-0,4	0,1	-0,2	0,0	-0,2
ECM	kg/ha	0,5	-0,4	0,5	-0,6	0,2	-0,4	0,2	-0,5
Fettgehalt	%	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eiweißgehalt	%	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,2	0,1	-0,1
Milch aus dem Grundfutter	kg/Kuh	0,0	-0,3	-0,1	-0,4	0,1	-0,2	0,0	-0,2
Fütterung									
Grundfutter	% der Ration	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2
Kraftfutter	% der Ration	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Autarkie-Grundfutter	%	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0
Autarkie-Kraftfutter	%	-0,3	-0,2	-0,3	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	-0,1
Autarkie-Gesamt	%	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,4	-0,3
Ernährung									
Ernährte Personen	Person/ha	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,2	0,0
Wirtschaftlichkeit									
Direktkosten	Euro/ha	0,7	0,0	0,7	-0,2	0,2	-0,2	0,4	-0,2
Direktleistungen	Euro/ha	0,6	-0,2	0,7	-0,4	0,1	-0,4	0,2	-0,4
Gemeinkosten	Euro/ha	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	-0,2	0,3	-0,1
Gemeinleistungen	Euro/ha	0,2	0,0	0,3	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
Patagonische Faktorkosten	Euro/ha	0,2	-0,1	0,2	-0,2	-0,3	-0,4	0,0	-0,2
Einkommensbeitrag	Euro/ha	0,0	-0,4	0,2	-0,3	0,1	-0,2	-0,1	-0,3

Parameter		Phosphorverbrauch		Landverbrauch		Schwermetalle Boden		Einkommensbeitrag pro ha
		pro ha	pro l Milch	pro ha	pro l Milch	pro ha	pro l Milch	
Fläche								
Betriebsfläche	ha	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	0,1	-0,1
High Nature Value Farmland	%	-0,1	-0,2	0,0	0,4	0,0	0,1	-0,2
Infrastruktur								
Gebäude	m³/ha	0,1	0,1	0,3	-0,1	0,1	0,1	0,1
Alter der Gebäude	Jahre	-0,1	0,0	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,0
Maschinen	kg/ha	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,2
Alter der Maschinen	Jahre	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Energieeinsatz								
Kraftstoff	kg/ha	0,2	0,2	0,0	-0,3	0,1	0,0	0,1
Strom	MJ/ha	0,0	0,0	0,2	-0,1	0,1	0,0	-0,1
Tierbestand								
Tierbesatz	GVE/ha	0,1	0,1	0,2	-0,3	0,0	0,0	0,4
Anteil Milchkuh an Rinder	%	-0,1	-0,1	0,0	-0,3	0,1	0,0	0,2
Ertrag und Düngung								
Grundfutterertrag	kg/ha	0,0	0,0	0,1	-0,3	0,2	0,0	0,3
N-Düngung	kg/ha	0,2	0,2	0,2	-0,4	0,2	0,1	0,3
P ₂ O ₅ -Düngung	kg/ha	0,4	0,3	0,2	-0,4	0,3	0,2	0,2
K ₂ O-Düngung	kg/ha	0,1	0,1	0,2	-0,4	0,2	0,1	0,2
Milchertrag								
ECM	kg/Kuh	0,4	0,1	0,0	-0,3	0,0	0,0	-0,1
ECM	kg/ha	0,5	0,2	0,2	-0,7	0,2	0,0	0,3
Fettgehalt	%	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,1
Eiweißgehalt	%	0,1	0,0	0,0	-0,2	0,1	0,1	0,0
Milch aus dem Grundfutter	kg/Kuh	0,4	0,1	0,0	-0,3	0,0	-0,1	0,0
Fütterung								
Grundfutter	% der Ration	-0,1	-0,1	0,1	0,2	-0,2	-0,2	0,2
Kraftfutter	% der Ration	0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,2	0,2	-0,2
Autarkie-Grundfutter	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,3
Autarkie-Kraftfutter	%	-0,1	-0,1	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,2
Autarkie-Gesamt	%	0,0	0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0,3
Ernährung								
Ernährte Personen	Person/ha	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,2
Wirtschaftlichkeit								
Direktkosten	Euro/ha	0,2	0,2	0,4	-0,3	0,3	0,2	0,1
Direktleistungen	Euro/ha	0,3	0,3	0,3	-0,5	0,1	0,0	-0,2
Gemeinkosten	Euro/ha	0,1	0,1	0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,2
Gemeinleistungen	Euro/ha	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,4
Ausbezahlte Faktorentlohnung	Euro/ha	-0,1	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,1
Einkünfte	Euro/ha	0,2	0,2	0,0	-0,4	0,0	-0,1	-

wendigkeit eines ausgewogenen Verhältnisses zwischen einer angestrebten Ertragsmaximierung und den damit verbundenen Umweltwirkungen. Eingebettet in das Konzept der Nachhaltigkeitsauswertung gibt die Ökoeffizienz über diese Beziehung Auskunft und bietet damit einen Angelpunkt zur Optimierung am eigenen Betrieb. Mit dem Betriebsmanagement-Tool FarmLife (www.farmlife.at) der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein kann die Ökoeffizienz am eigenen Betrieb berechnet werden. Folgende Entscheidungen stehen mit der Bewertung in Beziehung:

1. Entscheidung: Wie will ich meinen Betrieb im Hinblick auf die indirekte Beziehung zwischen der Landbewirtschaftung und der Nahrungsproduktion ausrichten? Grundsätzlich ist für die biologische Landwirtschaft in der Legislative in vielen Teilaspekten eine standortangepasste Landwirtschaft vorgesehen (834/2007/EU, 2007), eine ertragsorientierte Denkweise ist jedoch eine geübte Praxis. Diese ist, wenn mit den Methoden des zweiten Punktes gearbeitet wird, sogar notwendig. Werden die Grenzen des Standortes überschritten, darf die Frage nach der Abgrenzung zur konventionellen Landwirtschaft gestellt werden.
2. Entscheidung: Habe ich alle natürlichen Potenziale meines Betriebes bereits erhoben? Hohes Wissen um natürliche Prozesse und eine geübte Umsetzungsorgfalt bilden die Grundlage der Optimierung. Mehrjährige Umsetzungszeiträume und gute Kostenverteilung sind notwendig. Ergebnisse einer Maximierung mit externen Betriebsmitteln können oft nur kurzfristig erzielt werden. Eine stabile Optimierung fällt wahrscheinlich nur dem Geduldigen, Dauerhaften zu. Auf dem Weg zum Ertragsoptimum ist eine genaue Beobachtung von Veränderungen notwendig.

Für 90 biologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe, diese entsprechen nicht genau der Grundgesamtheit aller Betriebe, wurde mit dem Betriebsmanagement-Tool FarmLife die Ökoeffizienz der Landbewirtschaftung und der Nahrungserzeugung analysiert. Im Mittel ergibt sich eine öko-günstige bis neutrale Einschätzung, die im Hinblick auf den Einzelbetrieb sehr stark abweichen kann. Zu groß sind die Streuungen im Betriebsmitteleinsatz, zu individuell die Betriebe und ihre Standorte. Die treibenden Größen im Datensatz sind der Ertrag des Standorts, der Futterzukauf und der damit in Verbindung stehende Tierbesatz und sein Leistungspotenzial.

Literatur

834/2007/EU (2007): Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.

- Bystricky, M.; Alig, M.; Nemecek, T. und Gaillard, G. (2014): Ökobilanz ausgewählter Schweizer Landwirtschaftsprodukte im Vergleich zum Import. *Agroscope Science* (2), Zürich, 177 S.
- Bystricky, M.; Herndl, M. und Baumgartner, D.U. (2015): Umweltwirkungen der Projektbetriebe. Abschlussstagung des Projektes FarmLife, Raumberg-Gumpenstein, 41-52.
- Forschungsgruppe Ökoeffizienz HBLFA (2016): FarmLife - Beratung für die Zukunft. www.farmlife.at.
- Fritz, C. (2019): Vollkostenrechnung für FarmLife (unveröffentlicht), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 50 S.
- Guggenberger, T. und Herndl, M. (2017a): Bedeutung der funktionellen Einheit für die Ökobilanzierung in der Landwirtschaft. 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising, 4.
- Guggenberger, T. und Herndl, M. (2017b): Ökoeffiziente Milchviehhaltung., Abschlussstagung des Projektes „Praktische Anwendung des Betriebsmanagement-Werkzeuges FarmLife in der Modellregion Bezirk Liezen“, 17. - 18. Oktober 2017, 22-54.
- Herndl, M.; Baumgartner, D.U.; Guggenberger, T.; Bystricky, M.; Gaillard, G.; Lansche, J.; Fasching, C.; Steinwider, A. und Nemecek, T. (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 93 S.
- Hörtenhuber, S.; Kirner, L.; Neumayr, C.; Quendler, E.; Strauss, A.; Drapela, T. und Zollitsch, W. (2013): Integrative Bewertung von Merkmalen der ökologischen, ökonomischen und sozial-ethischen Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme am Beispiel von Milchproduktionssystemen („Nachhaltige Milch“). Universität für Bodenkultur Wien, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Wien, 254 S.
- INVEKOS (aktuelle Fassung): Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem, Wien.
- Marton, S.M.R.R. und Guggenberger, T. (2015): Umweltanalyse am Beispiel Milch. Abschlussstagung des Projektes FarmLife, Raumberg-Gumpenstein, 53-62.
- Max Rubner Institut (2018): Ernährungsphysiologische Bewertung von Milch und Milchprodukten und ihren Inhaltsstoffen, Karlsruhe, 51 S.
- Meadows, D.; Meadows, D.; Randers, J. und Behrens, W.W. (1972): *The Limits to Growth*, Universe Book, New York, 205 S.
- Thomassen, M.A.; Dolman, M.A.; van Calster, K.J. und de Boer, I.J.M. (2009): Relating life cycle assessment indicators to gross value added for Dutch dairy farms. *Ecological Economics* 68 (8-9), 2278-2284.
- United Nation - World Commission on Environment and Development (1987): *Our Common Future.*, Oslo, 374 S.
- World Business Council for Sustainable Development (1991): *Eco-efficiency*, Genf, 16 S.

Weideochsenmast ohne Kraftfutter - Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit*

Ausführliche wissenschaftliche Publikation zum Versuch: Andreas Steinwider^{1*}, Walter Starz¹, Hannes Rohrer¹, Georg Terler², Margit Velik², Johann Häusler², Roland Kitzer², Anton Schauer² und Leopold Podstatzky¹:

* Weideochsenmast ohne Kraftfutter. 1. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf Mastleistung und Flächenproduktivität. Züchtungskunde 91, 329-346; 2. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. Züchtungskunde 91, 347-359.

Zusammenfassung

Bei Weidehaltung von Rindern ist die Besatzdichte ein wesentliches Kriterium für die erzielbare Einzeltierleistung und die Flächenproduktivität. Bei Kurzrasenweidehaltung besteht zwischen Tierbesatz und Aufwuchshöhe ein Zusammenhang. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Weideaufwuchshöhe bei Kurzrasenweidehaltung auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität, Flächenproduktivität sowie wirtschaftliche Parameter in der Ochsenmast ohne Kraftfutterergänzung im Berggebiet Österreichs untersucht. Der Versuch wurde in zwei Durchgängen mit insgesamt 24 Fleckviehochsen, aufgeteilt auf jährlich 3 Versuchsgruppen, von 225 kg bis 700 kg Lebendgewicht durchgeführt. In der Gruppe kurz wurde eine Weideaufwuchshöhe von 5,0, in der Gruppe mittel von 6,5 und in der Gruppe lang von 8,0 cm angestrebt. Die Aufwuchshöhe jeder Dauergrünlandfläche wurde wöchentlich mit dem Rising Plate Pasture Meter erfasst und die Weideflächengröße dementsprechend im Vegetationsverlauf vergrößert. Nach der ersten Weideperiode wurden die Ochsengruppen im Winter jeweils in Tretmistboxen gehalten und mit Grassilage gefüttert und kamen danach wiederum auf die entsprechenden Kurzrasenweideflächen. Mit Ausnahme von vier Tieren der Gruppe kurz, welche bis zur Erreichung des Mastendgewichts nochmals im Herbst aufgestellt werden mussten, kamen alle Ochsen in der zweiten Weideperiode zur Schlachtung. Der Nährstoffgehalt der Weidefutterproben der drei Weide-Aufwuchsgruppen unterschied sich nur geringfügig, der durchschnittliche Rohproteingehalt lag bei 20 % und die durchschnittliche Energiekonzentration bei 10,7 MJ ME. Mit zunehmender Aufwuchshöhe nahmen jedoch die Futterverluste zu, ging die Homogenität der Pflanzenbestandesnutzung zurück und wurden Weidepflegemaßnahmen vermehrt erforderlich. Das Schlachalter der Tiere lag im Mittel bei 26,4 (kurz), 24,8 (mittel) bzw. 24,2 (lang) Monaten. In der Versuchsdauer bzw. den Tageszunahmen wurden an der Signifikanzgrenze liegende Gruppenunterschiede festgestellt (P-Werte 0,06 bzw. 0,07). Die Tageszunah-

Summary

In pasture based cattle production systems stocking rate and sward surface height significantly influences animal performance and productivity per unit pasture area. With increasing stocking rate, a decline in individual animal performance but an increase in utilization of pasture and productivity per unit pasture area can be expected. In this project, the influence of pasture height in a continuously grazed pasture system on fattening and slaughter performance, meat quality, productivity and economic parameters were evaluated. Therefore, a concentrate-free feeding system with Simmental steers from 225 to 700 kg live weight was carried out in mountainous region of Austria.

The experiment was carried out in two replications with a total of 24 steers, divided into 3 experimental groups per year. In experimental group "kurz", a target pasture growth height of 5.0 cm, in group "mittel" of 6.5 cm and in group "lang" of 8.0 cm was used. The growth height of each permanent grassland area was recorded weekly with the Rising Plate Pasture Meter and the size of the pasture area was increased during the vegetation period. After the first grazing period the steer groups were kept in stable and fed with grass silage. In the next vegetation period the steers grazed on pasture again. With the exception of four animals in group "kurz", which had to be finished in stable in autumn, all steers were slaughtered during the grazing period. The nutrient content of the pasture samples out of the three pasture groups did not differ substantially, the average crude protein content was 20 % and the average energy concentration was 10.7 MJ ME/kg DM. However, as the pasture growth height increased, the feed losses increased and pasture maintenance became increasingly necessary. The average slaughter age of the animals was 26.4 (kurz), 24.8 (mittel) and 24.2 (lang) months, respectively. Group differences at the significance limit (P-values 0.06 and 0.07 respectively) were found for the duration of the experiment and the daily gains. The daily gains of group "kurz" (864 g) tended (p-value 0.06) to be below those

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierwissenschaften, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

men der Gruppe kurz (864 g) lagen tendenziell unter jener der Gruppen mittel (950 g) und lang (935 g). Der Flächenbedarf je Tier war in der Gruppe lang signifikant höher als in den Gruppen kurz und mittel. In der Flächenleistung (Lebendgewichtszuwachs/ha) fielen die Tiere der Gruppe lang mit 492 kg/ha signifikant von den anderen beiden Gruppen (kurz 612 kg/ha bzw. mittel 606 kg/ha) ab. Jene Versuchsgruppen, welche die höchsten täglichen Zunahmen erreichten, erzielten nicht die höchste Flächenleistung. Die Schlachtkörper- und Fleischqualität unterschied sich nicht zwischen den Versuchsgruppen und lag im Mittel auf gutem Niveau. Bei weidebasierter Rindermast muss jedoch mit einer etwas dunkleren Fleischfarbe und stärkerem Gelbton im Fett gerechnet werden, der Anteil an ernährungsphysiologisch erwünschten Fettsäuren ist demgegenüber höher. Betriebswirtschaftlich schnitt die Gruppe mittel am günstigsten ab.

Schlagwörter: Ochsen, Weide, Mast, Kurzrasenweide, Aufwuchshöhe, Tierbesatz

of the groups “mittel” (950 g) and “lang” (935 g). The total forage area required per animal was significantly higher in group “lang” than in group “kurz” and group “mittel”. The forage area productivity (live weight gain/ha) was significantly lower in group “lang” compared to group “kurz” and “mittel” with 612 kg and 606 kg/ha respectively. Those experimental groups, which achieved the highest daily gains, did not achieve the highest area performance. The carcass and meat quality did not differ between the experimental groups and was at a good level on average. In pasture-based cattle fattening, however, a slightly darker meat colour and a more yellow fat colour must be expected, while the proportion of nutritionally desirable fatty acids is higher. From an economic point of view, the group “mittel” achieved the most favourable result.

Keywords: steers, pasture, set stocking, continuous grazing, fattening, sward height, stoking rates

1 Einleitung

Auf der Weide kann eine hohe Futter- und Nährstoffaufnahme bei ausreichendem Weideangebot in möglichst gleichbleibender und hoher Qualität erreicht werden. Die Kurzrasenweidehaltung stellt eine arbeitszeitsparende Weideform dar, welche eine sehr gute und relativ gleichbleibende Futterqualität liefert. Die Weide-Aufwuchshöhenmessung, zur Anpassung der Flächengröße an den Futterbedarf und den aktuellen Futterzuwachs, stellt ein wertvolles Managementhilfsmittel dar. Je nach Vegetationsperiode, angestrebter tierischer Leistung und Messmethode wird bei Kurzrasenweide eine Aufwuchshöhe zwischen 4 und 10 cm angestrebt (SPÖRNDLY et al., 2000; STEINWIDDER und STARZ, 2015).

Mit Masttieren sind auf Kurzrasenweiden tägliche Zunahmen über 900 g möglich (DUFRASNE et al., 1995; VELIK et al., 2013a,b), in Gunstlagen wurden Flächenleistungen von über 1.000 kg Lebendgewicht je Hektar Weidefläche festgestellt (DUFRASNE et al., 1995; THOMET et al., 2000). THOMET et al. (2000) verglichen in der Schweiz die Umtriebs- mit der Kurzrasenweidehaltung in der Ochsenmast. Die etwa 300 kg schweren Tiere wurden von Anfang April bis Anfang Oktober geweidet. Die Tiere der Kurzrasenweidegruppe lagen in den Tageszunahmen mit 906 g tendenziell und in der Flächenleistung mit 1.075 kg Lebendgewicht pro Hektar numerisch leicht unter den Leistungen der Umtriebsweidegruppe, welche 985 g Tageszunahmen bzw. 1.169 kg Lebendgewichts (LG)-Zuwachs/ha erreichten. Die mit der Zollstabmethode erfasste Aufwuchshöhe des Kurzrasenweidebestandes lag mit 4 bis 5,5 cm auf tiefem Niveau. Auf extensiven Standorten bzw. im Berggebiet muss im Vergleich zu Weidegunstlagen mit einer kürzeren Vegetationsdauer, eingeschränkter Ertragslage und geringerer Weidefutterqualität gerechnet werden. VELIK et al. (2013b) verglichen im Berggebiet Österreichs Fleckvieh x Charolais-Mastkalbinnen bei Kurzrasenweidehaltung (4,0-6,5 cm Aufwuchshöhe, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter) mit einer Stallmastgruppe (Grassilage, Mais-

silage und Kraftfutter). Die Tiere wurden von 300 kg auf 550 kg gemästet und in beiden Fütterungsgruppen wurden mittlere Tageszunahmen von etwa 1.050 g und vergleichbare Schlachtleistungen erreicht, der Gehalt an wertvollen Fettsäuren war tendenziell bei den Weidetieren erhöht, demgegenüber war der Fettansatz numerisch etwas geringer. In Schweden mästeten SPÖRNDLY et al. (2000) Ochsen bei unterschiedlicher Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe (kurz 4,7 cm, mittel 6,8 bzw. lang 11,1 cm - gemessen mit der Zollstabmethode). Die Tageszunahmen lagen in der Gruppe kurz mit 0,43 kg signifikant tiefer wie in den Gruppen mittel und lang, wo 0,77 bzw. 0,83 kg Tageszunahmen erzielt wurden. Die Tiere wurden nach der Weideperiode geschlachtet, hier fielen die Ochsen der Gruppe kurz im Fettansatz deutlich ab. Ergebnisse zur Flächenleistung wurden von VELIK et al. (2013b) und SPÖRNDLY et al. (2000) nicht angegeben. Zahlreiche aktuelle Versuchsergebnisse mit Milchkühen weisen auf den negativen Zusammenhang zwischen Flächenleistung und Einzeltierleistung bei Weidehaltung hin (MC CARTHY et al., 2011). Eine hohe Einzeltierleistung erfordert bei Weidehaltung ein hohes Weidefutterangebot, was die Futterselektion verstärken und zu erhöhten Futterverlusten führen kann (PEYRAUD und DELAGARDE, 2013). Vergleichbare Effekte wurden in der Rindermast von BERANGER und MICOL (1981) sowie DUFRASNE et al. (1995) beschrieben. DUFRASNE et al. (1995) erhöhten in Belgien mit fleischbetonten Maststieren den Tierbesatz von 5,6 über 8,4 auf 11,2 Stück pro Hektar bei Kurzrasen- bzw. Koppelweide. Mit steigendem Tierbesatz gingen die Aufwuchshöhe und die Futterreste zurück, die Nährstoffgehalte im Weidefutter unterschieden sich nur geringfügig zwischen den Tierbesatzgruppen. Die Tageszunahmen waren bei geringem Tierbesatz mit 1,29 kg tendenziell höher als bei mittlerem Tierbesatz (1,19 kg) und signifikant höher als bei hohem Besatz (0,98 kg). Demgegenüber wirkte sich der zunehmende Tierbesatz positiv auf die Flächenleistung aus. Der Lebendgewichtszuwachs pro Hektar Weide stieg mit zunehmendem Tierbesatz von 1.085 kg über 1.452 auf 1.631 kg an. Es zeigten sich keine signifikanten Differenzen

zwischen den beiden Weidesystemen. In der anschließenden Stallausmast wurde bei den Tieren der Gruppen mit hohem Weidebesatz ein ausgeprägtes kompensatorisches Wachstum festgestellt. Daher lagen die Tiere bei hohem Weidetierbesatz im Tageszuwachs von Weidebeginn bis zur Schlachtung nur mehr numerisch leicht zurück. Es zeigten sich keine Auswirkungen auf die Schlachtleistungsergebnisse, die Wirtschaftlichkeit war hingegen in der Gruppe mit hohem Besatz am günstigsten. Aufbauend auf diese Ergebnisse sollte im Rahmen des vorliegenden Versuchs der Einfluss der Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe bei kraftfutterfreier Ochsenmast auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität, Flächenproduktivität sowie wirtschaftliche Parameter im Berggebiet Österreichs weiterführend untersucht werden.

2 Tiere, Material und Methode

2.1 Mastversuch

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 650 bis 700 m über NN in den Jahren 2016 bis 2018 durchgeführt (Breite: 47° 31' 03" N; Länge: 14° 04' 26" E; 30-jähriges Klimamittel 1981-2010 (ZAMG, 2011): durchschnittliche Jahrestemperatur 8,2°C, Niederschlag 1056 mm/Jahr, Vegetationsperiode Ende März bis Anfang November). Wie Abbildung 1 zeigt, lagen die Durchschnittstemperaturen in allen drei Jahren und die Niederschlagsmengen in den ersten beiden Versuchsjahren über dem ortsüblichen 30-jährigen Mittel.

Der Versuch wurde in zwei Durchgängen mit insgesamt 24 Fleckviehochsen, aufgeteilt auf jährlich 3 Versuchsgruppen, von 225 kg bis 700 kg Lebendgewicht durchgeführt. Die Versuchstiere stammten aus der Herde der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bzw. wurden mit einem Lebendgewicht von 180-200 kg zugekauft. Die im Alter von 6 bis 12 Wochen kastrierten Tiere wurden bis zum Versuchsbeginn (durchschnittlich 222 kg (\pm 37 kg) Lebendgewicht) einheitlich mit Grassilage, Heu und 1,5 kg Kraftfutter in einem Tieflaufstall gefüttert. Die Tageszunahmen von Geburt (45 kg) bis Versuchsbeginn lagen durchschnittlich bei 742 g (\pm 171 g). Zu Vegetationsbeginn erfolgte eine zweiwöchige Weide-Übergangsfütterung, in welcher die Weidezeit schrittweise erhöht und die Ergänzungsfütterung mit Grassilage, Heu und Kraftfutter reduziert wurde. Dazu wurde eine Weidefläche in Stallnähe genutzt, die späteren Weideversuchsflächen wurden jedoch erst zu Versuchsbeginn bei einer Aufwuchshöhe von 8-9 cm erstmals bestoßen. Die gleichmäßige Aufteilung der Jungochsen auf die drei Versuchsgruppen erfolgte unter Berücksichtigung des

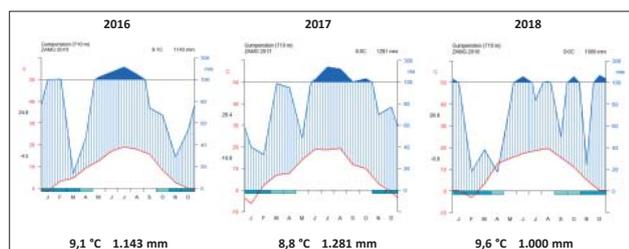


Abbildung 1: Witterungsdaten (Wetterstation Gumpenstein) in den drei Versuchsjahren

Tabelle 1: Versuchsplan (Tieranzahl = 24)

Versuchsgruppe – Weideaufwuchshöhe	kurz	mittel	lang
angestrebte Weide-Aufwuchshöhe ¹ , cmRPM	5,0	6,5	8,0
Flächengrößenfaktor, % von Gruppe kurz	100	125	150
Tiere je Durchgang, N	4	4	4
Versuchsdurchgänge, N	2	2	2
Weideperioden je Tier, N	2	2	2
Lebendgewicht Versuchsbeginn, kg	225	225	225
Lebendgewicht Versuchsende, kg	700	700	700

¹ Die Aufwuchshöhe jeder Fläche wurde mit dem Rising Plate Pasture Meter wöchentlich gemessen und dementsprechend die Weideflächengröße im Vegetationsverlauf angepasst

Lebendgewichts, des Alters und der Tageszunahmen bis Versuchsbeginn. In der Gruppe „kurz“ wurde eine Weideaufwuchshöhe vom 5,0, in der Gruppe „mittel“ von 6,5 und in der Gruppe „lang“ von 8,0 cm angestrebt (Tab. 1). Die Aufwuchshöhe jeder Fläche wurde mit dem Rising Plate Pasture Meter (RPM-Aufwuchshöhe in cmRPM; Jenquip, Feilding, NZ, Auflagengewicht 6,8 kg/m², Auflagenfläche 35 cm Durchmesser) wöchentlich gemessen und dementsprechend die Weideflächengröße im Vegetationsverlauf angepasst (vergrößert). Es erfolgten dazu auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM-Messungen und es wurden dabei auch Geilstellen anteilmäßig miterfasst. Bei Flächenerweiterungen wurde die Zusatzfläche immer ab dem Folgetag des vorangegangenen Schnitttermins zugerechnet, die Flächengrößen wurden mittels GPS (TRIMBLE Geo7X) unter Einbindung von APOS-DGPS-Echtzeitkorrekturen in Submeter-Genauigkeit erfasst.

Die erste Weideperiode (Versuchsbeginn) mit den Jungochsen startete in allen drei Versuchsgruppen am 19. April 2016 bzw. 4. Mai 2017 und endete am 13. Oktober 2016 bzw. am 31. Oktober 2017. Die 12 Tiere jedes Durchgangs wurden auf derselben Weidefläche in gruppenindividuellen Kurzrasenweideflächen (4 Tiere/Gruppe) gehalten. Anschließend an die 1. Weideperiode erhielten die Masttiere in der Stallfütterungsperiode ausschließlich Grassilage (Dauergrünland, 2. und 3. Aufwuchs) zur freien Aufnahme (angestrebte Futterreste 5 %). Die Tiere wurden dazu entsprechend ihrer Gruppe in drei Tretmist-Boxen auf Stroheinstreu gehalten, die Futteraufnahme wurde für die Tiergruppe täglich erhoben. Zusätzlich erhielten die Ochsen täglich je Tier 30 g Vihsalz sowie 50 g einer kalziumbetonten Mineralstoffmischung über die Grassilage gestreut. Die zweite Weideperiode (ältere Ochsen) startete am 14. April 2017 bzw. 24. April 2018, die Masttiere kamen dabei direkt auf die Weideversuchsflächen, wobei in jeder Gruppe über 3 bis 5 Tage noch Grassilage beigefüttert wurde. Bei Erreichen des angestrebten Mastendgewichts von 700 kg beendeten die Ochsen individuell den Mastversuch. Sie wurden an die HBLFA Raumberg-Gumpenstein geliefert, im Tretmistlaufstall aufgestellt, wurden hier mit Heu gefüttert und kamen innerhalb von 1 bis 2 Tagen zur Schlachtung. Da die Mastochsen der Gruppe kurz des zweiten Versuchsdurchgangs das angestrebte Mastendgewicht von 700 kg nach der zweiten Weideperiode noch nicht erreicht hatten, wurden diese im Herbst erneut aufgestellt (siehe oben) und mit Grassilage fertig gemästet.

Für die Beweidung wurden Dauergrünlandflächen herangezogen, welche in den Vorversuchsjahren als Schnittflächen (2x jährlich) mit Herbstbeweidung genutzt wurden. Der

Bodentyp des Versuchsstandortes war ein Niedermoor, welches durch Drainagen entwässert wird. Der Anmoor-Humusgehalt lag bei knapp 30 %. Bei trockenen Bedingungen können diese Böden Wasser speichern, bei feuchten Bedingungen tritt, auch auf Grund mangelhafter Drainagen, stellenweise Vernässung auf. Diese Faktoren spiegeln sich auch in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wider. Dieser setzte sich im Mittel aus 14 Flächenprozent Kräutern (überwiegend *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß)), 22 % Leguminosen – überwiegend *Trifolium repens* (Weißklee) – und in geringeren Anteilen *Trifolium hybridum* (Schwedenklee) sowie 64 % Gräser zusammen. Der Flächenprozentanteil der Hauptgräserarten lag bei 31 % für *Lolium perenne* (Englisches Raygras), 8 % für *Poa trivialis* (Gemeine Rispel) und 7 % für *Alopecurus pratensis* (Wiesenfuchsschwanz). Weiters waren auch die weniger wertvollen Grasarten *Phalaris arundinacea* (Rohrglanzgras) und *Carex nigra* (Segge) mit Bestandsanteilen zwischen 1-5 % vertreten.

Die Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N/ha über Rindermistkompost (12 m³/ha) gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn auf allen Versuchsflächen eine Güllegabe, entsprechend 30 kg N/ha (ca. 12 m³ verdünnte Gülle je ha). Die Kurzrasenweideflächen wurden in der Beweidungsperiode nicht mehr gedüngt, Erweiterungsflächen, welche im Vegetationsverlauf jeweils dazu kamen, wurden nach jedem vorangegangenen Schnitt mit verdünnter Gülle, entsprechend 40 kg N/ha (ca. 15 m³/ha), bei Regenwetter gedüngt.

Alle drei Wochen wurden je Versuchsgruppe zwei repräsentative Weidefutterproben bei einer Schnitthöhe von 2,5 cm zur Bestimmung des Nährstoff- und Energiegehaltes gezogen. An diesen Terminen wurde auch der Anteil an höheren Futterbereichen („Geilstellen-Flächenanteil“) erhoben. Dazu wurden im Bereich der Ausgangsweideflächen (Weideflächen ab Vegetationsbeginn) jeder Gruppe eine Schnur gespannt und jene Bereiche ausgemessen, wo optisch erkennbar höhere Futterbereiche, als im durchschnittlich abgegrastem Bereich der Gruppe, vorlagen.

In den Weideperioden hatten die Tiere ständigen Zugang zur jeweiligen Kurzrasenweide, zu Trinkwasser sowie zu einer Viehsalz- und Mineralleckmasse. Zum Schutz der Tiere vor extremer Witterung standen Weidezeltel bzw. Schattenbereiche zur Verfügung. Die Weidefuturaufnahme der Tiere wurde über den Energiebedarf der Tiere und den Energiegehalt des Weidefutters im Versuchsverlauf abgeschätzt. Der Energiebedarf der Weidetiere leitete sich aus den Tageszunahmen, dem Erhaltungsbedarf sowie einem Weideaktivitätszuschlag (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GFE, 1995). Die Tiere wurden 14-tägig zwischen 10:00 und 12:00 Uhr mit einer mobilen Viehwaage direkt auf der Weide bzw. im Winter am Tretmiststall gewogen. Zu Versuchsbeginn bzw. bei Weide-, Stallhaltungs- und Versuchsende wurde das Gewicht an drei aufeinander folgenden Tagen erhoben und gemittelt. Die Lebendgewichts-Flächenleistung wurde immer auf den Jahresertrag bezogen. In der ersten Weideperiode wurde durch die Tiere der gesamte Jahresertrag genutzt und der LG-Zuwachs durch den mittleren Weideflächenbedarf dividiert. In den Stallfütterungsperioden wurde zur Berechnung der Flächenleistung bzw. des Flächenbedarfs ein Nettofutterertrag von 7.000 kg TM je Hektar angenommen und der mittleren Futteraufnahme der jeweiligen Gruppe



Abbildung 2: Im Winter wurden die Ochsene ausschließlich mit Grassilage gefüttert

gegenübergestellt. Da in der 2. Weideperiode Versuchstiere bereits im Weideverlauf zur Schlachtung kamen, wurde der bis dahin tierindividuell festgestellte Flächenbedarf bis zur Schlachtung, entsprechend der nach Steinwider und Starz (2015) angegebenen üblichen Graszuwachskurve der Region angepasst (Jahresertrag genutzt in % = $-0,00001 * \text{Weidetage}_3 + 0,0021 * \text{Weidetage}_2 + 0,4853 * \text{Weidetage}_1 + 5,9$). Damit wurde bei der Flächenbedarfsermittlung berücksichtigt, dass beispielsweise ein Tier, welches zur Hälfte der Weideperiode geschlachtet wurde, bis zu diesem Zeitpunkt bereits 58 % des Jahresertrags genutzt hatte.

Die Endoparasitenbelastung wurde regelmäßig durch Kotproben und Tierbeobachtungen kontrolliert (Frühling, Sommer, Herbst) und bei Bedarf im Sommer (Juni-Juli) bzw. Herbst (Weideende) Behandlungen in Abstimmung mit dem Tierarzt durchgeführt. Auf Grund des Auftretens von Mischinfektionen (Gastrointestinale Rundwürmer, Lungenwürmer, Leberegel) wurde in diesen Fällen auf ein Closantel-Ivomectin-Preparat (Closamectin®) zurückgegriffen.

Ein Tier der Gruppe lang musste auf Grund einer Gelenkerkrankung in der 1. Stallperiode aus dem Versuch ausgeschieden werden und wurde daher nur in der Weideperiode 1 in der Datenauswertung berücksichtigt.

Die chemischen Analysen der bei 30° C schonend getrockneten Futtermittel erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Der Trockenmassegehalt (TM) der Futterproben wurde mit Hilfe der Brabender-Schnellmethode (55 °C, 2 Tage) ermittelt. Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME) der Grassilage erfolgte nach den Gleichungen der GFE (1998) auf der Grundlage des Gehaltes an Rohnährstoffen sowie der Enzymlöslichkeit (ELOS) nach der Cellulase-Methode (DE BOEVER et al., 1986). Entsprechend den Ergebnissen von SCHNEIDER und BELLOF (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GFE-Gleichungen aus dem Jahre 1998 (GFE, 1998).

2.2 Schlachtleistung und Fleischqualität

Die Tiere wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in der eigenen Schlachtstätte geschlachtet. Dazu wurden



Abbildung 3: Schlachtkörper zur Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsbeurteilung

sie nach Ende des Mastversuchs angeliefert und kamen am Folgetag mit Heu gefüttert zur Schlachtung. Im Zuge der Schlachtung wurde die Schlachtleistung jeden Tieres erhoben – d.h. sämtlicher Teile (Blut, Kopf, Zunge, Haut, Füße, Leber, Nieren, Milz, Herz, Lunge, Zwerchfell, Nierenfett, Schlachtkörperhälften) wurden gewogen. Die Ausschachtung wurde aus dem Schlachtkörper- und dem Lebendgewicht vor der Schlachtung errechnet. Die Schlachtkörperbeurteilung wurde entsprechend der EUROP-Klassifizierung vom Fleischhauer und Fleischlaboranten durchgeführt. Die Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälfte erfolgte nach 7-tägiger Fleischreifung entsprechend der DLG-Schnittführung (AUGUSTINI et al., 1987). Die rechte Schlachtkörperhälfte wurde zwischen 8. und 9. Rippe geteilt und die einzelnen Fleischteile gewogen. Die Fleischproben wurden vom *Musculus longissimus dorsi* (langer Rückenmuskel) sowie vom *Musculus semitendinosus* (Weißes Scherzel) entnommen.

Für die Berechnung der prozentuellen Teilstückanteile am Schlachtkörper wurde die rechte Schlachtkörperhälfte (7 Tage nach der Schlachtung) herangezogen. Keule, Rücken (Roastbeef), Hinterhese (Wadshinken) und Filet wurden als wertvolle Teilstücke zusammengefasst.

Alle Proben wurden nach einem definierten Probenschema gezogen, vakuumiert und weitere 7 Tage im Kühlschrank gereift (insgesamt 14 Tage Reifung), danach wurden die Proben eingefroren. Nur der Tropfsaftverlust wurde unmittelbar nach der Zerlegung des Schlachtkörpers (nach 7-tägiger Reifung) bestimmt. Nach 14-tägiger Fleischreifung und anschließendem Einfrieren wurden die Proben einen Tag vor den weiteren Untersuchungen im Kühlschrank über 24 Stunden aufgetaut. Die Fleischqualitäts-Untersuchungen wurden in Anlehnung an HONIKEL (1998) durchgeführt. Die Farbmessung erfolgte mit dem Spectrophotometer CM-2500d der Fa. KONICA MINOLTA in einem Wellenlängenbereich von 380-780 nm (10nm Schritte: Helligkeit (0 = schwarz, 100 = weiß), Rotton (+ 60 = rot; - 60 = grün), Gelbton (+ 60 = gelb; - 60 = blau), Farbsättigung). Insgesamt wurden am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) bzw. am Weißen Scherzel (*M. semitendinosus*) bei jeder Fleischprobe 5 Farbmessungen, jeweils am frischen Anschnitt, durchgeführt. Ebenso wurde die Fettfarbe an der Fettauflage im Rückenmuskelbereich gemessen. Zur Bestimmung des Tropfsaft-



Abbildung 4: Gesamtfettbestimmung Fleisch

verlustes wurden ca. 100 g des Rückenmuskels genommen und anhaftendes Fettgewebe entfernt. Anschließend wurden die Proben in einen geschlossenen Kunststoffbehälter mit Bodenrost gelegt und 48 Stunden bei 2°C gelagert. Aus der Differenz zwischen Einwaage und Auswaage wurden die Tropfsaftverluste errechnet. Zur Bestimmung der Kochsaftverluste wurden die Proben in einem oben offenen Plastikbeutel im Wasserbad bei einer Temperatur von 70°C über 50 Minuten gekocht. Danach wurden die Proben in einem kalten Wasserbad (ca. 20°C) 40 Minuten abgekühlt. Aus der Differenz zwischen der Ein- und Rückwaage des Fleisches wurden die Kochsaftverluste in Prozent errechnet.

Zur Bestimmung des Grillsaftverlustes wurden 2,5 cm dicke Fleischscheiben des Rückenmuskels (*M. longissimus dorsi*) herangezogen. Die Proben wurden auf einem P-2 Doppelplattenkontakt-Grill der Fa. Silex bei einer Plattentemperatur von 200°C in eine Alufolie gewickelt und bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60°C gegrillt. Unmittelbar nach dem Grillvorgang wurden die Proben leicht abgetupft und aus der Differenz zwischen Ein- und Rückwaage die Grillsaftverluste (warm) in Prozent errechnet. Die Scherkraftmessung wurde sowohl bei gekochtem als auch bei gegrilltem Fleisch mit der Warner-Bratzler-Schere der Firma Instron 3365 durchgeführt. Die ausgekühlten Fleischproben des Rückenmuskels (*M. longissimus dorsi*) aus der Grillsaft- und Kochsaftverlustbestimmung wurden für die Scherkraftmessung herangezogen. Von jeder Fleischprobe wurden 12 Zylinder mit 1,27 cm Durchmesser längs der Faserrichtung ausgestochen und quer zur Faserrichtung geschert und aus den 12 Wiederholungen wurde ein Mittelwert gebildet. Für die Bestimmung der Inhaltsstoffe (Trockenmasse-, Eiweiß-, Fett-, Aschegehalt sowie Fettsäuren) wurde reines Muskelfleisch fein homogenisiert (Grindomix) und die Frischproben nasschemisch analysiert. Die Proben für die Bestimmung des Fettsäuremusters wurden eingefroren und nach jedem Versuchsdurchgang mittels Gaschromatograph untersucht (FOLCH et al. 1957; DGF 2006). Der Genusswert des Fleisches (*M. longissimus dorsi*) wurde von vier Personen, auf Basis einer subjektiven Beurteilung der Kriterien Saftigkeit (6 = sehr saftig, 1 = sehr trocken), Zartheit (6 = sehr zart, 1 = sehr zäh), Geschmack (6 = ausgezeichnet, 1 = nicht ausreichend) und Gesamteindruck (6 = ausgezeichnet, 1 = mangelhaft), bei gegrillten Proben des Rü-

ckenmuskels ermittelt (WIRTH und HAUPTMANN, 1980).

2.3 Wirtschaftliche Bewertungen

Zur Beurteilung der ökonomischen Effekte wurden die tierindividuellen Leistungsdaten des Versuchs herangezogen. Der Verkaufserlös ergab sich aus dem Schlachtkörpergewicht (kalt), dem Schlachtagter und dem Klassifizierungsergebnis. Für einen R3-Ochsen mit einem Schlachtagter unter 790 Tagen wurde, entsprechend dem derzeitigen Bio-Ochsen-Qualitätsprogramm, ein Erlös von 4,86 Euro je kg Schlachtkörper-Gewicht und bei älteren Tieren von 4,58 Euro (inkl. MwSt) angesetzt. Davon wurden die Kosten für die Jungochsen (937,3 Euro mit 225 kg LG; \pm 3,36 Euro/kg LG), die variablen Futterkosten (652,1 Euro pro ha für Grassilage; 137,7 Euro/ha für Weide entsprechend dem Online-Deckungsbeitragsberechnungstool), die Einstreukosten pro Stallhaltungstag (3 kg Stroh/Tag, 13 Cent/kg Stroh), sonstige variable Kosten (90 Euro/Stück für Tierbehandlungen, Ausfälle, Wasser, Energie, var. Maschinenkosten Stall), die Stallplatzkosten je Stallhaltungstag (150 Euro bei 365 Stalltagen) und ein Pachtansatz von 300 Euro je Hektar abgezogen. Der verbleibende Differenzbetrag wurde entsprechend der tierindividuellen Mastdauer auf ein Jahr umgerechnet. Um auch die erzielbaren Prämien und Förderungen (Bio-Grünlandbetrieb) in Österreich abzubilden, wurde ein Ochsenmastbetrieb mit 20 ha Fläche unterstellt. Je Hektar wurde eine Flächenprämie von 291 Euro (Basisprämie und Greening), eine Ausgleichszulage von 3.878 Euro für die 20 Hektar (Erschwernispunkte 110), die Bio-Prämie (225 Euro/ha) sowie die Tierschutz-Weide- (55 Euro je RGVE) und Stallhaltungs-Prämie (120 Euro je RGVE) angesetzt. Der Tierbestand bzw. die Anzahl der verkauften Tiere pro Jahr hing im 20 ha-Beispiel jeweils von den erzielten Leistungsdaten (Mastdauer, Flächenbedarf je Tier bzw. pro Jahr) ab. Die Summe aus Förderungen und dem Differenzbetrag dient der Abdeckung sonstiger Fixkosten (z.B. Maschinen-AVA), der Verzinsung des eingesetzten Kapitals, der Sozialabgaben sowie der Arbeitsentlohnung.

2.4 Statistische Auswertungen

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Die Mastleistungs- und Flächenleistungsdaten bzw. die Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsdaten wurden mit einem gemischten Modell mit den fixen Effek-



Abbildung 5: Farbmessung mit Spectrometer (Konica Minolta)

ten „Gruppe“ und „Wiederholung“, der Wechselwirkung aus „Gruppe“ und „Wiederholung“ und dem zufälligen Effekt „Tier“ innerhalb „Wiederholung“ ausgewertet (Freiheitsgrad-Approximation $ddfm=kr$). Für Variablen mit wiederholten Messungen (TZ-Verlauf) wurden diese Wiederholungen zusätzlich im Modell berücksichtigt („Versuchswoche“ für „Tier“ innerhalb „Wiederholung“). Bei den Verkostungsdaten wurden die Verkostungsperson (1-5) als fixer Effekt und die wiederholte Messung („Verkostungsperson“ für „Tier“ innerhalb „Wiederholung“) berücksichtigt. Die Ergebnisse werden als Least-Square-Means für die Versuchsgruppen und die Wiederholung, Residualstandardabweichung (s_e) und P-Werte für Gruppe, Wiederholung und Gruppe \times Wiederholung dargestellt. Für den paarweisen Gruppenvergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet, Mittelwerte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ($P<0,05$) hin.

3 Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse zur Weideaufwuchshöhe sowie zum Geilstellenanteil auf den Kurzrasenweideflächen der Ochsen in der ersten und zweiten Weideperiode angeführt. Im Durchschnitt konnten die angestrebten Zielwerte in der Weideperiode 2 (ältere Ochsen) im Vergleich zur 1. Weideperiode (Jungochsen) ab Ende Mai etwas höhere Aufwuchshöhen festgestellt wurden (Abb. 6). Mit steigender Aufwuchshöhe nahm die Heterogenität in der Weidebestandshöhe (Geilstellenflächenanteil) zu. Sowohl in der ersten als auch in der zweiten Weideperiode mussten ausgewachsene Flächenbereiche, insbesondere wegen der nicht gefressenen Wiesenfuchsschwanz-, Rohrglanzgras- und Wiesenseggenanteile, mit einem Frontmäherwerk mit Hochschnittkufen bei einer Schnitthöhe über 6,5 cm „getopt“ werden (01.07.2016; 31.05.2017; 25.05.2018; 05.07.2018). Das abgemähte Futter verblieb dabei auf den Flächen und wurde von den Ochsen – überwiegend am Folgetag – teilweise in angewelkter Form aufgenommen. Eine Ausnahme stellte der Pfliegertermin am 05.07.2018 dar. Hier musste in Teilbereichen (ca. 1/3 der Fläche) der Gruppen lang und mittel Weiderestfutter abgeführt und kompostiert werden. Die die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen, unterschied sich der Nährstoffgehalt der Weidefutterproben aus den drei Weide-Aufwuchsgruppen nur geringfügig. Von Gruppe kurz bis lang gingen der Rohprotein- und Energiegehalt leicht zurück und stiegen die Gehalte an Strukturkohlen-

Tabelle 2: Weide-Aufwuchshöhe (cmRPM) sowie Geilstellenanteil (Flächen-%) in Weideperiode 1 bzw. 2 (Mittelwert und Standardabweichung)

Versuchsgruppe	kurz	mittel	lang
angestrebte Weideaufwuchshöhe, cm _{RPM}	5,0	6,5	8,0
<i>Weideperiode 1 (Jungochsen)</i>			
Weide-Aufwuchshöhe ¹ , cm _{RPM}	4,8 (1,4)	6,4 (1,1)	7,9 (1,6)
Geilstellenflächenanteil ² , %	15 (14)	24 (16)	34 (16)
<i>Weideperiode 2 (ältere Ochsen)</i>			
Weide-Aufwuchshöhe ¹ , cm _{RPM}	5,0 (1,0)	6,8 (1,6)	8,4 (2,1)
Geilstellenflächenanteil ² , %	26 (8)	39 (11)	51 (9)

¹ Aufwuchshöhe mit dem Rising Plate Pasture Meter gemessen

² Flächenanteil mit erkennbar höherer Aufwuchshöhe als im Gruppenmittel

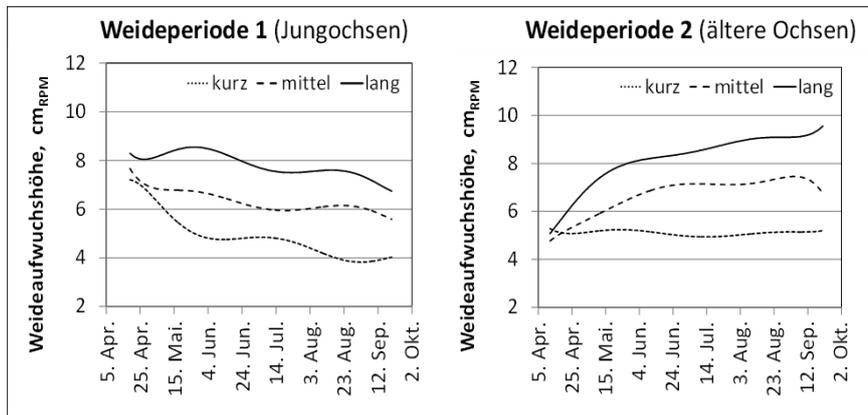


Abbildung 6: Weide-Aufwuchshöhe (cm_{RPM}) im Verlauf der Weideperiode 1 und 2

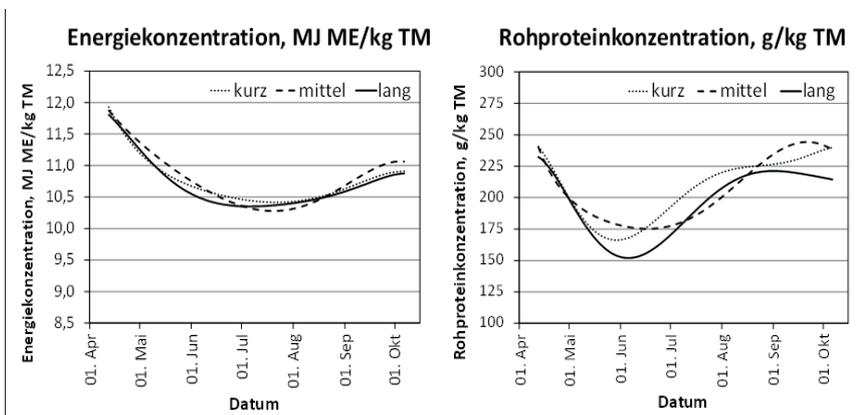


Abbildung 7: Energie- und Rohproteingehalt der Weidefutterproben im Vegetationsverlauf

Tabelle 3: Nährstoff- und Energiegehalt der Weidefutterproben sowie der Grassilagen (Mittelwerte und Standardabweichung, je kg Trockenmasse)

Versuchsgruppe - Weideaufwuchshöhe	Weidefutter der Gruppen			Grassilage
	kurz	mittel	lang	
Anzahl, N	31	31	31	20
Trockenmasse, g/kg FM	203 (19)	201 (17)	201 (17)	476 (84)
Rohprotein, g/kg TM	204 (37)	202 (35)	191 (39)	148 (29)
Rohfett, g/kg TM	23 (3)	23 (3)	23 (3)	33 (4)
Rohfaser, g/kg TM	219 (25)	219 (25)	225 (27)	254 (34)
N-freie Extraktstoffe, g/kg TM	466 (37)	469 (34)	476 (37)	458 (27)
Organische Masse, g/kg TM	913 (8)	913 (7)	915 (7)	893 (29)
Rohasche, g/kg TM	87 (7)	87 (7)	85 (7)	107 (29)
NDF _{OM} , g/kg TM	439 (45)	440 (43)	451 (47)	455 (55)
ADF _{OM} , g/kg TM	278 (28)	281 (28)	285 (31)	313 (40)
ADL, g/kg TM	35 (6)	35 (7)	35 (8)	40 (9)
NFC, g/kg TM	246 (50)	248 (54)	250 (58)	257 (30)
UDP, g/kg TM	30 (5)	29 (5)	28 (6)	22 (4)
nXP, g/kg TM	149 (7)	148 (8)	147 (8)	128 (9)
RNB, g/kg TM	10,0 (5,2)	9,6 (4,9)	8,1 (5,4)	3,2 (3,5)
Umsetzbare Energie (ME), MJ/kg TM	10,70 (0,41)	10,70 (0,44)	10,62 (0,42)	9,77 (0,59)
Netto-Energie-Lakt. (NEL), MJ/kg TM	6,45 (0,31)	6,45 (0,33)	6,40 (0,31)	5,80 (0,41)
Kalzium, g/kg TM	8,1 (1,6)	8,8 (1,5)	8,3 (1,5)	9,6 (2,4)
Phosphor, g/kg TM	4,2 (0,5)	4,1 (0,4)	4,0 (0,5)	3,3 (0,6)
Magnesium, g/kg TM	3,2 (0,5)	3,3 (0,6)	3,2 (0,8)	3,1 (0,5)
Kalium, g/kg TM	24 (4)	22 (4)	22 (4)	22 (5)

hydraten geringfügig an. In Abbildung 7 ist der durchschnittliche Verlauf des Energie- bzw. des Rohproteingehalts im Vegetationsverlauf für die Weideaufwuchsgruppen dargestellt. Zu Weidebeginn wurden die höchsten Energiegehalte festgestellt, die Rohproteingehalte waren im Frühling und auch im Herbst auf höchstem Niveau. Im Vergleich zu den Weidefutterproben lag der Rohprotein- und Energiegehalt der Grassilage mit 14 % XP bzw. 9,74 MJ ME auf deutlich niedrigerem Niveau, die NDF- bzw. ADF-Gehalte lagen demgegenüber mit 46 bzw. 31 % in der Trockenmasse höher.

In den Tabellen 4 und 5 sind die Mastleistungsergebnisse für den Gesamtversuch sowie die Weideperioden 1 und 2 bzw. die Stallperiode 1 dargestellt. Im Mittel wurden die Ochsen von 223 bis 694 kg gemästet, wobei keine signifikanten Gruppenunterschiede bestanden. Das Schlachalter der Tiere lag im Mittel bei 26,4 (kurz), 24,8 (mittel) bzw. 24,2 (lang) Monaten. In der Versuchsdauer bzw. den Tageszunahmen wurden an der Signifikanzgrenze liegende Gruppenunterschiede festgestellt (P-Werte 0,06 bzw. 0,07). Bei einer um etwa 50 Tage längeren Mastdauer lagen die Tageszunahmen der Gruppe kurz mit 864 g um 86 bzw. 71 g tendenziell unter jener der Gruppen mittel (950 g) und lang (935 g). Der errechnete Energiebedarf je kg Zuwachs unterschied sich nicht zwischen den Versuchsgruppen, der Gesamtflächen- bzw. Weideflächenbedarf je Tier lag in der Gruppe lang jedoch signifikant höher als in den Gruppen kurz und mittel. Im Lebendgewichtszuwachs pro Hektar Futterfläche fielen die Tiere der Gruppe lang signifikant von den anderen beiden Gruppen ab, der LG-Zuwachs je Hektar ging von 612 kg in Gruppe kurz über 606 kg in mittel auf 492 kg in Gruppe lang zurück.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse für die Weideperioden 1 und 2 bzw. die Stallperiode 1 angeführt. In der Weideperiode 1 stieg der mittlere Flächenbedarf pro Tier von 0,20 ha in Gruppe kurz über 0,25 ha in mittel auf 0,33 ha in Gruppe lang an. Die Gruppe kurz schnitt in den Tageszunahmen mit 726 g signifikant schlechter ab als die Gruppen mittel (1.055 g) und lang (1.119 g). Auch im errechneten Energiebedarf je kg Zuwachs schnitt die Gruppe kurz si-

Tabelle 4: Mastleistung, Flächenbedarf und Lebendgewichtszuwachs pro Hektar über die gesamte Versuchsperiode

	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Gesamter Versuch									
LG-Beginn, kg	223	221	226	244	202	34	0,952	0,009	0,747
LG-Ende, kg	696	693	693	689	699	10	0,746	0,027	0,002
Alter-Versuchsbeginn, Tage	251	257	237	249	248	35	0,867	0,986	0,364
Mastversuchsdauer, Tage	548	498	499	492	535	60	0,067	0,048	0,241
Tageszunahmen, g	864	950	935	904	929	71	0,063	0,410	0,428
Gesamtflächenbedarf, ha/Tier	0,74 ^b	0,78 ^b	0,92 ^a	0,86	0,78	0,09	0,005	0,070	0,270
Weideflächenbedarf, ha/Tier	0,46 ^b	0,54 ^b	0,69 ^a	0,59	0,53	0,10	0,001	0,157	0,670
ME-Bedarf je kg LG-Zuwachs, MJ/kg ¹)	101,8	97,1	99,8	100,6	98,5	6,5	0,384	0,458	0,543
LG-Zuwachs je Hektar, kg/ha u. Jahr	612 ^a	606 ^a	492 ^b	495	645	52	0,025	0,001	0,650

¹ Energieaufnahme der Weidetiere errechnet aus Tageszunahmen, Erhaltungsbedarf sowie einem Weideaktivitätszuschlag (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) (GFE, 1995)

Tabelle 5: Mastleistung und Lebendgewichtszuwachs pro Hektar für Weide- und Stallperiode 1 sowie Weideperiode 2

	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Weideperiode 1									
Besatzstärke, kg GVE _{500 kg LG} /ha ¹)	2,84 ^a	2,48 ^b	1,98 ^c	2,60	2,26	0,30	<0,001	0,019	0,827
LG-Beginn, kg	223	221	223	244	200	33	0,986	0,004	0,749
LG-Ende, kg	353 ^b	409 ^{ab}	423 ^a	407	383	43	0,015	0,201	0,794
Tageszunahmen, g	726 ^b	1.055 ^a	1.119 ^a	919	1.014	173	0,001	0,203	0,417
ME-Bedarf je kg Zuwachs, MJ/kg ²)	91,9 ^a	74,0 ^b	72,0 ^b	85,3	73,2	11,8	0,004	0,016	0,157
LG-Zuwachs je Hektar, kg/ha u. Jahr	636	740	614	627	700	135	0,158	0,196	0,323
ME-Aufnahme je ha, MJ/ ha u. Jahr	55.597 ^a	53.882 ^a	44.003 ^b	51.829	50.492	7.645	0,015	0,674	0,670
Stallperiode 1									
LG-Ende, kg	537	559	582	561	558	43	0,178	0,908	0,864
Tageszunahmen, g	1.014 ^a	841 ^b	836 ^b	843	951	90	0,001	0,011	0,211
Futteraufnahme, g/kg LG	21,8 ^a	19,8 ^{ab}	18,4 ^b	21,3	18,7	1,84	0,009	0,004	0,959
ME-Bedarf je kg Zuwachs, MJ/kg	89,0 ^b	106,2 ^a	110,5 ^a	108,6	95,3	12,1	0,001	0,005	0,223
LG-Zuwachs je Hektar, kg/ha u. Jahr	749 ^a	625 ^b	636 ^b	580	760	67	0,003	<0,001	0,269
Weideperiode 2									
Besatzstärke, kg GVE _{500 kg LG} /ha ¹)	4,10	4,65	3,69	3,49	4,80	0,63	0,099	0,002	0,218
Weidedauer, Tage	191 ^a	140 ^b	142 ^b	152	163	26	0,003	0,321	0,286
LG-Ende, kg	665 ^b	693 ^a	693 ^a	690	678	53	0,001	0,040	0,009
Tageszunahmen, g	806	985	873	1.005	771	217	0,316	0,027	0,132
ME-Bedarf je kg Zuwachs, MJ/kg ²)	140,3	125,8	138,2	120,2	149,4	30,1	0,607	0,039	0,074
LG-Zuwachs je Hektar, kg/ha u. Jahr	507 ^a	504 ^a	333 ^b	416	480	117	0,006	0,159	0,028
ME-Aufnahme je ha, MJ/ha u. Jahr ²)	69.611 ^a	59.288 ^b	44.338 ^c	47.511	67.980	4.188	<0,001	<0,001	0,022

¹ Großvieheinheit (GVE) mit 500 kg Lebendgewicht

² Energieaufnahme der Weidetiere errechnet aus Tageszunahmen, Erhaltungsbedarf sowie einem Weideaktivitätszuschlag (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) (GFE, 1995)

gnifikant ungünstiger ab. Im Lebendgewichtszuwachs pro ha Weidefläche wurden demgegenüber keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt (P=0,158), die Gruppe mittel lag mit 740 kg/ha numerisch höher als die Gruppen kurz (636 kg/ha) und lang (614 kg/ha). In der errechneten Energieaufnahme je ha Weidefläche fiel die Gruppe lang (44 GJ ME/ha) signifikant von Gruppe kurz (56 GJ ME/ha) und mittel (54 GJ ME/ha) ab. In der folgenden Stallperiode 1 zeigten die Tiere der Gruppe kurz ein kompensatorisches Wachstum. Die Tageszunahmen lagen mit 1.014 g signifikant über den Tieren der Gruppen mittel und lang, welche 841 bzw. 836 g erzielten. Die Futteraufnahme je kg

Lebendgewicht unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen kurz (21,8 g/kg LG) und lang (18,4 g/kg LG), die Tiere der Gruppe mittel lagen dazwischen (19,8 g/kg LG). Der Flächenbedarf lag bei 0,25 ha/Tier in Gruppe kurz und jeweils 0,24 ha/Tier in den Gruppen mittel und lang. Im Energiebedarf je kg Zuwachs schnitt die Gruppe kurz mit 89 MJ ME/kg Zuwachs signifikant günstiger ab als die Tiere der Vergleichsgruppen, diese lagen in Gruppe mittel bei 106 (mittel) bzw. in Gruppe lang bei 111 MJ ME/kg Zuwachs. In der Weideperiode 2 unterschied sich die Weidedauer zwischen den Versuchsgruppen, da Ochsen, welche das angestrebte Mastendgewicht von 700 kg erreicht hatten, zur

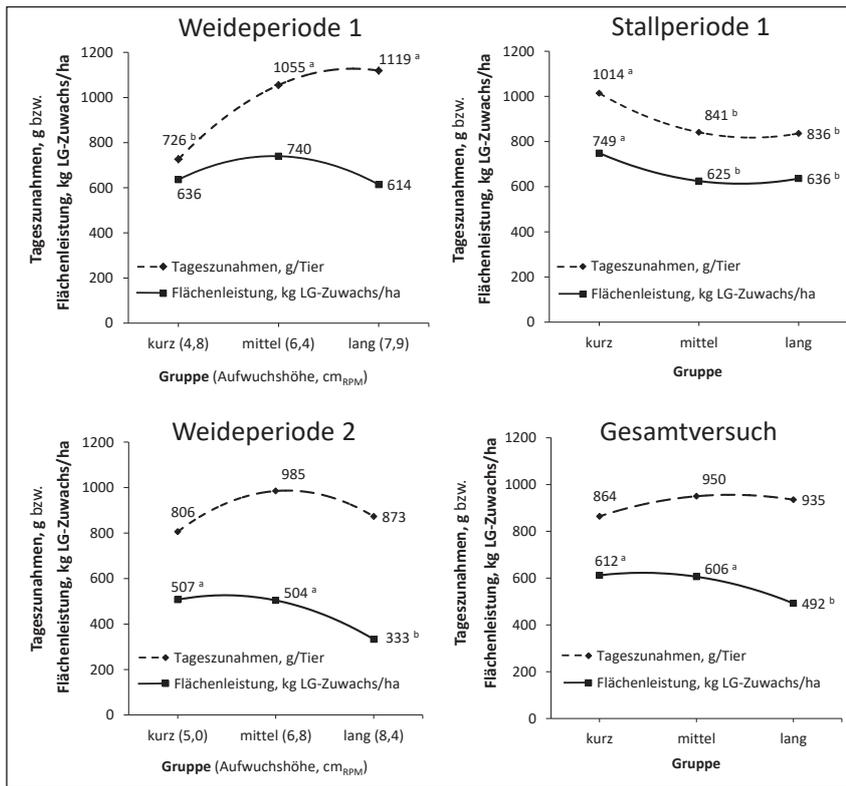


Abbildung 8: Tageszunahmen (g) sowie Grünlandflächenleistung (kg LG-Zuwachs/ha und Jahr) in den Mastabschnitten 1-3 sowie über die gesamte Versuchsperiode

leistung im Bereich von 6,1 bis 6,6 cm festgestellt, wobei die Gruppenunterschiede in der Flächenleistung nicht signifikant waren. In der Weideperiode 2 zeigten sich vergleichbare Effekte, jedoch war das optimale Aufwuchsniveau jeweils etwas nach unten verschoben. Hier wurden die höchsten Tageszunahmen im Aufwuchshöhenbereich von 6,6 bis 7,1 cm und die höchste Flächenleistung im Bereich von 5,6 bis 6,1 festgestellt, wobei die Gruppenunterschiede in den Tageszunahmen in der 2. Weideperiode nicht signifikant waren. In Tabelle 6 sind die Schlachtleistungsdaten und in den Tabellen 7 bis 9 ausgewählte Fleischqualitätsparameter sowie die Verkostungsergebnisse angeführt. Das Schlachtkörpergewicht unterschied sich nicht zwischen den Versuchsgruppen, in der Ausschachtung fielen die Tiere der Gruppe kurz (52 %) signifikant von der Gruppe lang (54,3 %) ab, die Gruppe mittel (53,5 %) lag dazwischen. In den EUROP-Klassifizierungsergebnissen (Fleischklasse R+; Fettklasse 2,6) sowie für den Anteil an wertvollen Teilstücken am Schlachtkörper ergaben sich keine Gruppenunterschiede. Der

Tabelle 6: Schlachtleistung

	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	366	365	372	363	372	12,3	0,527	0,097	0,120
Ausschachtung kalt, %	52,0 ^b	53,5 ^{ab}	54,3 ^a	51,9	54,6	1,4	0,021	<0,001	0,319
Fleischklasse, Punkte (E=5, P=1)	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	0,4	0,935	<0,001	0,252
Fettklasse, Punkte (mager=1, fett=5)	2,6	2,6	2,6	2,7	2,5	0,5	0,971	0,601	0,905
Nierenfett, kg	9,5	11,4	12,0	10,5	11,5	0,0	0,152	0,353	0,430
Nierenfett, % v. SK-Gewicht	2,6	3,1	3,2	2,9	3,1	0,4	0,129	0,503	0,324
Wertvolle Teilstücke, % v. SK-Gewicht	43,9	43,0	43,2	43,7	43,0	0,7	0,457	0,191	0,636

Schlachtung kamen. Sowohl bei den Tageszunahmen, als auch beim errechneten Energiebedarf je kg Zuwachs wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Numerisch schnitten hier die Ochsen der Gruppe mittel am besten ab. In der Flächenleistung (kg LG-Zuwachs/ha) fielen die Tiere der Gruppe lang mit 333 kg/ha signifikant von jenen der Vergleichsgruppen (mittel 504 kg bzw. kurz 507 kg) ab. Vergleichbar mit der Weideperiode 1 wurde auch in der Weideperiode 2 in der Gruppe lang mit 44 GJ/ha die geringste Energieaufnahme festgestellt, in den Gruppenkurz und mittel lag diese bei 70 GJ bzw. 59 GJ je Hektar. In Abbildung 8 sind die Ergebnisse zu den Tageszunahmen sowie zur Grünlandflächenleistung in den Mastabschnitten eins bis drei sowie über die gesamte Versuchsperiode grafisch dargestellt. In den Weideperioden 1 und 2 ergab sich hinsichtlich Tageszunahmen bzw. Flächenleistung ein unterschiedlicher Optimalbereich. In der Weideperiode 1 wurden die höchsten Tageszunahmen bei einer Weideaufwuchshöhe im Bereich von 7,3 bis 7,8 cm und die höchste Flächen-

Nierenfettanteil am Schlachtkörper war in der Gruppe kurz numerisch geringer als in den Vergleichsgruppen. In den untersuchten Fleischqualitätsparametern sowie bei der Verkostung zeigten sich – mit zwei Ausnahmen (Rohprotein Gehalt im Weißen Scherzel; Ω6/Ω3-Verhältnis im intramuskulären Fett) – keine signifikanten Gruppenunterschiede. Der Rohfettgehalt im Rückenmuskel lag im Mittel bei 3,4 %, die Scherkraftergebnisse der gegrillten bzw. gekochten Proben bei 2,7 bzw. 3,0 kg und die Wasserverluste der Grill- bzw. Kochproben bei 29 bzw. 22 %. Es wurden hohe Anteile an ernährungsphysiologisch erwünschten Fettsäuren festgestellt (Ω3: 3-5 g/100 g Fettsäuren; CLA: 0,7-0,9 g/100 g Fettsäuren). Beim Vergleich der beiden Muskeln zeigten sich im fettärmeren Musculus semitendinosus (Weißes Scherzel) geringere Anteile an gesättigten Fettsäuren und höhere Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie an Ω6- und Ω3-Fettsäuren als im Rückenmuskel (*musculus longissimus dorsi*). Hinsichtlich Fleisch- bzw. Fettfarbe waren der

Tabelle 7: Fleischqualitätsparameter – „Langer Rückenmuskel“ (*musculus longissimus dorsi*)

Parameter	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Nährstoffgehalt, g/kg Frischfleisch									
Trockenmasse	263	261	265	261	265	10	0,793	0,439	0,756
Rohprotein	217	220	219	221	217	8	0,791	0,327	0,444
Fett	32,8	32,0	36,1	38,3	34,2	12,3	0,728	0,673	0,598
Fleischfarbe									
Helligkeit (2L10*)	37,6	37,3	36,2	36,5	37,5	3,4	0,726	0,513	0,657
Rotton (2a10*)	15,4	14,5	15,8	15,3	15,2	2,2	0,495	0,992	0,236
Gelbton (2b10*)	14,1	13,9	13,0	13,7	13,6	3,6	0,814	0,923	0,245
Fettfarbe									
Helligkeit (2L10*)	76,8	74,7	68,2	71,5	75,0	6,9	0,090	0,256	0,044
Rotton (2a10*)	3,5	5,0	6,7	5,8	4,3	3,6	0,284	0,342	0,079
Gelbton (2b10*)	19,4	21,0	20,0	19,5	20,7	1,8	0,240	0,148	0,109
Scherkraft, kg Force									
Grillproben	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	0,6	0,963	0,644	0,812
Kochproben	3,4	2,8	2,7	3,0	3,0	1,0	0,261	0,998	0,641
Wasserverluste, %									
Tropfsaftverlust	2,5	2,5	2,0	2,2	2,5	0,6	0,117	0,245	0,474
Kochsaftverlust	29,1	29,5	28,1	28,6	29,2	2,1	0,421	0,504	0,412
Grillsaftverlust	21,9	21,0	22,0	22,5	20,8	2,7	0,742	0,168	0,958
ausgewählte Fettsäuregehalte, g/100 g FS									
gesättigte FS	49,1	49,7	49,9	48,8	50,3	2,7	0,835	0,206	0,479
einfach ungesättigte FS	43,0	42,2	43,1	43,0	42,5	3,3	0,821	0,688	0,439
mehrfach ungesättigte FS	7,9	8,2	7,0	8,2	7,2	1,6	0,392	0,183	0,790
CLA-FS	0,78	0,88	0,82	0,82	0,84	0,10	0,197	0,669	0,182
Ω3-FS	3,1	3,0	2,6	3,0	2,8	0,6	0,247	0,416	0,742
Ω6-FS	4,0	4,3	3,6	4,4	3,6	1,1	0,445	0,113	0,807
Ω6/Ω3-Verhältnis	1,27 ^b	1,44 ^a	1,37 ^{ab}	1,44	1,28	0,12	0,039	0,007	0,976

Rotton bzw. der Gelbton stark ausgeprägt, diese lagen im Rückenmuskel bei 15 bzw. 20 und es wurden keine Gruppenunterschiede bei den Farbmessergebnissen festgestellt. In Tabelle 10 sind die Ergebnisse zu den wirtschaftlichen Berechnungen für die drei Versuchsgruppen pro Tier bzw. für einen unterstellten Betrieb mit 20 ha für die Ochsenmast zusammengefasst. Die Gruppe mittel erzielte dabei im Durchschnitt jeweils die günstigsten Ergebnisse. In der Modellbetriebsvariante (Ochsenbetriebszweig mit 20 ha) lag die Gruppe mittel im Ergebnis aus Differenzbetrag + Förderungen (21.495 Euro) um 10 % und die Gruppe kurz mit 21.063 Euro um 8 % über der Versuchsgruppe lang (19.527 Euro).

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung wurde auf einem biologisch bewirtschafteten Grünlandstandort im Berggebiet Österreichs auf einer Seehöhe von 650 bis 700 m durchgeführt. Die Bodenbedingungen und auch die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes weisen auf einen Standort mit mäßigem Standortpotenzial hin. Die durchschnittlichen Weide-Tageszunahmen lagen mit 967 g in der Weideperiode 1 und 888 g in Weideperiode 2 in einem für Weidemastversuche mittleren Bereich (DUFRASNE et al., 1995; DANNENBERGER et al., 2006; VELIK et al., 2013a,b; DUCKETT et al., 2014; MEILI, 2018).

Die begrenzten Weideflächenleistungen – durchschnittlich 663 kg/ha in Weideperiode 1 und 448 kg/ha in Weideperiode 2 – können im Vergleich zu Ergebnissen von DUFRASNE et al. (1995) sowie THOMET et al. (2000) auf die kurze Vegetationsdauer sowie die Standortbedingungen (Pflanzenbestand etc.) und ein damit verbundenes eingeschränktes Ertragsniveau (55.000-70.000 MJ ME/ha und Jahr) zurückgeführt werden. Trotzdem lagen die chemisch analysierten Nährstoff- und Energiegehalte der Futterproben, mit durchschnittlich 20 % Rohprotein und knapp 10,7 MJ ME je kg Trockenmasse, auf einem Niveau, welches an Ergebnisse von Kurzrasenweide-Gunststandorten Österreichs heranreichte (STARZ et al., 2019; STEINWIDDER et al., 2019). Es wurden im Nährstoff- und Energiegehalt auch nur geringfügige Unterschiede zwischen den drei Weideaufwuchshöhen-Versuchsgruppen festgestellt. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass sich bei Nutzung von Dauergrünlandbeständen im jungen Vegetationsstadium Unterschiede im Pflanzenbestand bzw. in der Aufwuchshöhe nur bedingt auf die chemisch analysierten Nährstoff- und Energiegehalte auswirken. Unterschiede in den täglichen Zunahmen bzw. in der Flächenleistung werden daher wesentlich von der Futteraufnahme (Futterangebot, Schmackhaftigkeit) bzw. der tatsächlichen Futtermutzung (Weidefuttermittelverluste) beeinflusst.

Tabelle 8: Fleischqualitätsparameter – „Weißes Scherzel“ (*musculus semitendinosus*)

	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Nährstoffgehalt, g/kg Frischfleisch									
Trockenmasse	248	253	252	250	251	8,95	0,485	0,863	0,701
Rohprotein	218 ^b	225 ^a	221 ^{ab}	219	223	4,20	0,011	0,059	0,144
Fett	17,9	16,8	20,6	18,7	16,6	6,73	0,357	0,479	0,842
Fleischfarbe									
Helligkeit (2L10*)	42,3	43,5	40,0	43,0	40,9	2,7	0,068	0,089	0,764
Rotton (2a10*)	17,8	17,9	17,5	17,5	17,9	1,8	0,926	0,598	0,555
Gelbton (2b10*)	17,5	17,3	15,6	17,0	16,7	2,1	0,219	0,723	0,235
Scherkraft, kg Force									
Grillproben	3,5	3,5	3,2	3,3	3,5	0,8	0,806	0,565	0,385
Kochproben	3,7	3,2	3,3	3,3	3,5	0,5	0,151	0,447	0,389
Wasserverluste, %									
Tropfsaftverlust	1,9	2,5	1,7	1,8	2,3	0,7	0,076	0,106	0,141
Kochsaftverlust	31,8	32,4	30,5	32,1	31,0	2,9	0,433	0,360	0,675
Grillsaftverlust	24,4	26,5	23,6	25,9	23,8	2,6	0,122	0,072	0,815
ausgewählte Fettsäuregehalte, g/100 g FS									
gesättigte FS	46,2	44,5	45,1	44,6	46,0	2,7	0,456	0,243	0,009
einfach ungesättigte FS	42,7	42,9	44,4	43,5	43,2	3,3	0,577	0,830	0,061
mehrfach ungesättigte FS	11,1	12,6	10,5	11,9	10,8	2,4	0,249	0,299	0,715
CLA-FS	0,83	0,94	0,91	0,92	0,86	0,14	0,337	0,307	0,579
Ω3-FS	4,5	4,7	3,8	4,3	4,3	1,0	0,281	0,927	0,859
Ω6-FS	5,8	7,0	5,8	6,7	5,6	1,5	0,235	0,119	0,700
Ω6/Ω3-Verhältnis	1,30 ^b	1,50 ^a	1,49 ^a	1,56	1,30	0,13	0,010	<0,001	0,392

Tabelle 9: Fleischverkostung – „Langer Rückenmuskel“ (*musculus longissimus dorsi*)

	Gruppe (G)			Wiederholung (W)		s _e	P-Werte		
	kurz	mittel	lang	1	2		G	W	G x W
Saftigkeit, Punkte von 1 bis 6 (sehr saftig = 6)	3,80	3,93	4,06	3,73	4,13	0,60	0,357	0,014	0,047
Zartheit, Punkte von 1 bis 6 (sehr zart = 6)	3,78	4,00	4,27	3,77	4,26	0,71	0,263	0,049	0,190
Geschmack, Punkte von 1 bis 6 (sehr gut = 6)	4,30	4,36	4,30	4,42	4,37	0,54	0,231	0,631	0,602
Gesamteindruck, Punkte von 1 bis 6 (sehr gut = 6)	3,94	4,09	4,26	3,94	4,25	0,48	0,291	0,060	0,062

Bei zu geringer Aufwuchshöhe (sehr hoher Tierbesatz auf Kurzrasenweiden) kann die Einzeltierleistung auf Grund der Begrenzungen in der täglichen Weidedauer, der Bissanzahl pro Tag und der Futtermenge pro Bissen leiden (LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994; GIBB et al., 1997). Demgegenüber muss mit steigender Kurzrasen-Aufwuchshöhe mit einer Zunahme der Heterogenität des Pflanzenbestandes und Abnahme der Weidefütternutzung (Weidefutteraufnahme) gerechnet werden (STEINWIDDER und STARZ, 2015). Versuchsergebnisse mit Milchkühen (PEYRAUD und DELAGARDE, 2013; MC CARTHY et al., 2011) und auch mit Weidemastrindern (BERANGER und MICOL, 1981; DUFRASNE et al., 1995) weisen auf einen Rückgang der Flächenleistung bei weidebasierten Fütterungssystemen mit hohem Flächen- und Futterangebot bzw. bei Maximierung der Einzeltierleistung hin. Im vorliegenden Versuch nahm sowohl der Geilstellenflächenanteil als auch die Notwendigkeit Weidepflegemaßnahmen durchzuführen bei geringerem Tierbesatz (höhere Aufwuchshöhe) zu. Es wurden jedoch keine linearen Zusammenhänge zwischen Flächenleistung

bzw. Einzeltierleistung einerseits und Tierbesatz (Aufwuchshöhe) andererseits festgestellt. In der Weideperiode 1 (junge Ochsen) stiegen die Einzeltier-Tageszunahmen von Gruppe kurz (hoher Tierbesatz) mit 726 g signifikant zur Gruppe mittel (1.055 g) und numerisch weiter bis zur Gruppe lang (1.119 g) an. Im Lebendgewichtszuwachs pro ha Weidefläche wurden demgegenüber keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt (P=0,158): Die Gruppe mittel lag mit 740 kg/ha numerisch höher als die Gruppen kurz (636 kg/ha) und lang (614 kg/ha). Die Ergebnisse zur errechneten Energieaufnahme je ha Weidefläche lassen auf eine signifikant geringere Nutzung des Weidefutterzuwachses bzw. höhere Weideverluste in der Gruppe lang schließen (44 GJ/ha in Gruppe lang bzw. 54-56 GJ/ha in kurz und mittel). Die geringeren individuellen Tageszunahmen in der Gruppe kurz können demgegenüber auf eine eingeschränkte Futteraufnahme pro Tier (zu geringes Futterangebot, zu geringe Wuchshöhe etc.) zurückgeführt werden (LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994; GIBB et al., 1997). Die errechnete Energieaufnahme pro Tier lag über die gesamte

Tabelle 10: Wirtschaftliche Parameter (Berechnungen je Tier bzw. je Betriebszweig mit 20 ha Grünland für Ochsen)

	Gruppe		
	kurz	mittel	lang
Alter Schlachtung, Monate	26,4	24,8	24,2
Anzahl Schlachtochsen älter als 24 Monate, n	7	2	2
Kosten für Jungochsen, Euro/Stück	931	922	950
Variable Futterkosten, Euro/Stück	249	232	252
Strohkosten, Euro/Stück	79	69	70
Stallplatzkosten, Euro/Stück	84	73	73
Kosten für Flächenpacht, Euro/Stück	223	235	279
Sonst. Variable Kosten (Strom, Wasser, Behandl.. etc.), Euro/Stück	90	90	90
Erlös für Schlachtkörper, Euro/Stück	1.752	1.762	1.817
Differenzbetrag, Euro/Stück	95	139	103
Differenzbetrag, in % von Gruppe lang	92	135	100
20 ha Betriebszweig Ochsenmast			
Mastdauer, Jahre	1,51	1,37	1,36
Flächenbedarf je Masttag, m ²	13,5	15,7	18,7
Flächenbedarf je Masttier und Jahr, ha	0,49	0,57	0,68
Tierbestand bei 20 ha, N	40,5	34,9	29,2
Verkaufsfähige Tiere je Jahr bei 20 ha, N	27,0	25,8	21,6
Differenzbetrag bei 20 ha, Euro	2.568	3.590	2.225
Förderungen (inkl. Prämien)			
Flächenprämie bei 20 ha, Euro	5.820	5.820	5.820
Ausgleichszulage (110 EP) bei 20 ha, Euro	3.890	3.890	3.890
Bio-Prämie bei 20 ha, Euro	4.500	4.500	4.500
Tierschutz-Weideprämie, Euro	1.347	1.161	973
Tierschutz-Stallhaltungsprämie, Euro	2.938	2.534	2.123
Summe Förderungen bei 20 ha, Euro	18.495	17.905	17.306
Differenzbetrag + Förderungen bei 20 ha, Euro	21.063	21.495	19.531
Differenzbetrag + Förderungen in % von Gruppe lang	108	110	100

1. Weideperiode gesehen bei 11,1 GJ in Gruppe kurz und bei 13,5 bzw. 14,5 GJ in den Gruppen mittel und lang. Auch SPÖRNDLY et al. (2000) stellten in Schweden in der Ochsenmast bei unterschiedlicher Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe bei kurzem Pflanzenbestand (4,7 cm Zollstabmethode) im Vergleich zu mittlerem (6,8 cm) und hohem Bestand (11,1 cm) signifikant geringere Tageszunahmen fest. Demgegenüber erzielten Mastochsen in Untersuchungen von Thomet et al. (2000) auf einem Weidegunststandort, trotz geringer Aufwuchshöhe (4,0–5,5 cm Zollstabmethode), hohe Tageszunahmen und Flächenleistungen. Dies deutet darauf hin, dass in der vorliegenden Arbeit auch der ungünstigere Pflanzenbestand (Artenzusammensetzung, Heterogenität, Bestandesdichte) hinsichtlich der Futteraufnahme eine Rolle gespielt haben könnte. Möglicherweise wurde von den Tieren mehr Zeit für die Futtersuche aufgewandt, was die Bissfrequenz und die effektive Futteraufnahmezeit reduziert haben könnte (WOODWARD, 1997). Auch bei einem weniger dichten Pflanzenbestand muss vor allem bei kurzer Aufwuchshöhe mit einer begrenzten Futteraufnahme gerechnet werden (LACA et al., 1992). Vergleichbar mit den Ergebnissen von DUFRASNE et al. (1995) wurde auch im vorliegenden Versuch in der an die 1. Weideperiode anschließenden Stallfütterungsperiode ein deutliches kompensatorisches Wachstum bei

den Tieren der Gruppe kurz (hoher Tierbesatz) festgestellt. Diese Tiere zeigten in der Stallperiode sowohl die signifikant höchsten täglichen Zunahmen (1.014, 841 bzw. 836 g in Gruppe kurz, mittel bzw. lang) als auch die höchste Flächenleistung (749, 625 bzw. 636 kg/ha). Diese Effekte in der Stallperiode waren sowohl auf eine höhere Futteraufnahme als auch einen geringeren Futteraufwand je kg Zuwachs in der Gruppe kurz zurückzuführen. Bei der Interpretation der Ergebnisse zur anschließenden Weideperiode 2 muss berücksichtigt werden, dass sich hier die Weidedauer zwischen den Gruppen im Mittel unterschied. Auf Grund der im Durchschnitt geringeren täglichen Zunahmen wurden die Tiere der Gruppe kurz bis zum Erreichen des angestrebten Schlachtgewichts länger gehalten. Bedingt durch die damit verbundene stärkere Streuung der Daten traten auch weniger signifikante Gruppenunterschiede in der Weideperiode 2 auf. Die täglichen Zunahmen stiegen numerisch von Gruppe kurz (806 g) über lang (873 g) bis mittel (985 g) an, in der Flächenleistung fielen die Tiere der Gruppe lang mit 333 kg/ha signifikant von den Gruppen kurz und mittel (507 bzw. 504 kg/ha) ab. Wie auch in den Untersuchungen von DUFRASNE et al. (1995) verringerten sich die Gruppenunterschiede in den Tageszunahmen bzw. der Flächenleistung bei Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums. Bei einer um etwa 50 Tage

längeren Mastdauer lagen die Tageszunahmen der Gruppe kurz mit 864 g tendenziell ($P=0,06$) unter jenen der Gruppen mittel (950 g) und lang (935 g). Im Lebendgewichtszuwachs pro Hektar Futterfläche (Weide- + Grassilagefutterfläche) fielen die Tiere der Gruppe lang jedoch signifikant um 114 bzw. 120 kg/ha gegenüber den anderen beiden Gruppen ab (612, 606 bzw. 492 kg/ha in Gruppen kurz, mittel und lang). Der errechnete Energiebedarf je kg Zuwachs unterschied sich nicht zwischen den Versuchsgruppen, der Gesamtflächen- bzw. Weideflächenbedarf je Tier war in der Gruppe lang jedoch signifikant höher als in den Gruppen kurz und mittel. Das hohe Weidefutterangebot in Gruppe lang hat im Vergleich zur Gruppe mittel zu keiner Zunahme der individuellen Zunahmen geführt aber die Weidefutterverluste erhöht und die Weidefutterverwertung verringert. Obwohl der vorliegende Versuch über zwei Weideperioden durchgeführt wurde und die Masttiere in der Stallperiode teilweise ein kompensatorisches Wachstum zeigten, bestätigen die Ergebnisse die in der Literatur beschriebenen gegensätzlichen Zusammenhänge zwischen Einzeltier- und Flächenleistung bei Vollweidehaltung von Rindern (BERANGER und MICOL, 1981; DUFASNE et al., 1995; MC CARTHY et al., 2011; PEYRAUD und DELAGARDE, 2013). Bei steigender Aufwuchshöhe (bzw. geringerem Tierbesatz) nahm die Einzeltierleistung zu (jedoch nicht linear) bzw. ging die Flächenleistung nicht linear zurück. Für die Praxis sind bei Kurzrasenweide Empfehlungen zur anzustrebenden Weideaufwuchshöhe bedeutend, wobei neben dem Pflanzenbestand und den Produktionszielen auch die Messmethode zu beachten ist (STEWART et al., 2001; STEINWIDDER und STARZ, 2015). In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Aufwuchshöhenmessung mit dem Rising Plate Pasture Meter und es flossen auch die Geilstellen anteilmäßig in den Aufwuchshöhen-Mittelwert ein. Betrachtet man die Ergebnisse über die gesamte Versuchsdauer, dann wurden die höchsten Tageszunahmen bei einer Weideaufwuchshöhe im Bereich von 6,6–7,8 cm (\varnothing 7,1 cm) und die höchste Flächenleistung bei 5,6–6,6 cm (\varnothing 6,2 cm) festgestellt. Bei den Jungochsen (Weideperiode 1), welche insgesamt ein höheres Zuwachspotenzial zeigten, war dieses Optimum im Vergleich zu den älteren Ochsen jeweils etwas nach oben verschoben (max. Tageszunahmen bei etwa 7,3–7,8 cm und max. Flächenleistung bei 6,1 – 6,6 cm). Vergleicht man diese Kurzrasenweide-Zusammenhänge mit Koppelweidedaten der Literatur, dann dürften bei niedriger Aufwuchshöhe die Begrenzungen in der Futteraufnahme (Bissanzahl pro Tag, Futtermenge pro Bissen) und bei hoher Aufwuchshöhe Differenzierungen im Pflanzenbestand (unterschiedliche Flächennutzung) die Ergebnisse deutlicher beeinflussen als bei Koppelweidesystemen. Besonders bei Kurzrasenweide ist auch zu berücksichtigen, dass eine höhere Aufwuchshöhe zwar kurzfristig die Einzeltierleistung erhöhen kann, dass jedoch durch ein zunehmendes Selektionsverhalten der Tiere und eine stärkere Heterogenität im Pflanzenbestand mittelfristig die Leistungen sinken und der Weidepflegebedarf (Futterverluste und Aufwand) steigen können. Daraus kann abgeleitet werden, dass man sich bei Kurzrasenweidehaltung in der Weideführung möglichst an den kürzeren Aufwuchshöhenangaben des oben angegebenen Optimalbereichs orientieren sollte. Wie die Ergebnisse zur Schlachtkörper- und Fleischqualität zeigen, muss bei Verzicht auf eine Kraftfütterer-

gänzung ab 225 kg Lebendgewicht mit keinen negativen Auswirkungen auf die Produktqualität gerechnet werden. Entscheidend ist diesbezüglich jedoch, dass das Mastendgewicht auf die Fütterungsintensität abgestimmt ist. Diskontinuierlich bzw. restriktiv gemästete Tiere weisen nämlich im Vergleich zu durchgehend intensiv gemästeten Tieren bei gleichem Lebendgewicht einen geringeren Verfettungsgrad auf und müssen daher zur Erzielung der Schlachtreife auf höhere Mastendgewichte gemästet werden (KIRCHGEßNER et al., 1994; STEEN und KILPATRICK, 1995; FRICKH et al., 2002; FRICKH et al. 2003). In der vorliegenden Arbeit wurde daher ein für Fleckviehochsen relativ hohes Mastendgewicht von 700 kg angestrebt, wobei dieses im Mittel mit 24–26 Lebensmonaten erreicht wurde. Mit 2,6 Punkten lag das EUROP-Fettklassifizierungsergebnis im gewünschten Bereich (2 bis 3 Punkte) und unterschied sich nicht zwischen den Gruppen. Numerisch ging der Nierenfettanteil am Schlachtkörper von Gruppe lang bis kurz leicht zurück. Dieser Effekt war jedoch im Vergleich zu Ergebnissen von SPÖRNDLY et al. (2000) wesentlich weniger deutlich ausgeprägt. In der EUROP-Fleischklasse lagen alle Tiere mit 3,1–3,2 Punkten im guten mittleren Bereich (R+). Der nicht sehr hohe mittlere Ausschachtungssatz von 53 % kann vorwiegend auf ein hohes Verdauungstraktgewicht bei grundfutterbetonter Fütterung zurückgeführt werden. Weiters spielen auch die Fütterungsbedingungen vor der Schlachtung eine Rolle. Bei der Ausschachtung lagen die Tiere der Gruppe kurz mit 52 % auf signifikant niedrigerem Niveau. Nach AUGUSTINI und FRICKH (2002) sollte der intramuskuläre Fettgehalt im langen Rückenmuskel (*Musculus longissimus dorsi*) bei 2,5 bis 4,5 % liegen, bei Unterschreitung von 2,5 % geht nach HÜHN und HARTUNG (1998) die Schmackhaftigkeit zurück. In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Grenzwert im Mittel mit 3,4 % überschritten und es zeigten sich auch keine Gruppenunterschiede. In der Literatur werden diesbezüglich teilweise ungünstigere Ergebnisse bei Weidemast beschrieben (ENDER und AUGUSTINI, 2007; VELIK et al., 2013b), demgegenüber wurden in anderen Studien im Vergleich zur Stallmast keine Effekte festgestellt (STEEN et al., 2003; VELIK et al., 2013a). Dies weist darauf hin, dass eine gute Abstimmung des Schlachtermins bzw. des Mastendgewichts auf die physiologische Schlachtreife bei Weidehaltung besonders wichtig sein dürfte. Auch im Wasserbindevermögen des Fleisches (Tropfsaftverlust, Grillsaftverlust etc.) und in den Scherkraftergebnissen wurden keine negativen Abweichungen von angegebenen Referenzbereichen für gute Rindfleischqualität festgestellt (AUGUSTINI und FRICKH, 2002). Der Grillsaftverlust lag bei maximal 22 % und die Scherkraftwerte der gegrillten bzw. gekochten Fleischproben unter 3,5 kg. In der Schweiz wurde eine Rindfleisch-Verkostung mit 900 Konsumenten zur Validierung der instrumentellen Zartheits-Bestimmung durchgeführt. Bei Scherkraftwerten von unter 4,0 kg waren 2/3 der Konsumenten völlig zufrieden, bei Scherkraftwerten von maximal 3,3 kg waren es über 90 % der Konsumenten (DUFÉY et al., 2017). Bei graslandbasierter Fütterung und insbesondere bei Weidehaltung muss im Vergleich zu intensiven Stallmastsystemen mit etwas dunklerem Rindfleisch (Helligkeit/Rotton) und beim Fettgewebe mit einem stärkeren Gelbton gerechnet werden (MUIR et al., 1998; NÜRNBERG et al., 2005;

VELIK et al., 2013a,b). Die Fleisch- und Fettfarbe unterschied sich nicht zwischen den Versuchsgruppen, im langen Rückenmuskel wurde bei den Frischproben eine Helligkeit (2L10*) von 37 und ein Rotton (2a10*) von 15 festgestellt, in der Fettfarbe wurde ein Gelbton zwischen 19 und 21 ermittelt. Im Vergleich dazu stellten Velik et al. (2013b) bei Proben von jüngeren Weide- oder Stallmastkalbinnen eine etwas höhere Helligkeit (38,6 bzw. 39,3), einen geringeren Rotton (11,3 bzw. 10,3) und einen geringeren Gelbton im Fett (8,8 bzw. 7,2) fest, wobei jedoch zur Farbmessung ein anderes Gerät verwendet wurde. Terler et al. (2014) setzten die gleiche Messtechnik wie im vorliegenden Versuch bei Kreuzungsversuchen mit Wagyu-Ochsen bzw. Kalbinnen ein. Die Masttiere wurden mit Mais- und Grassilage bzw. Heu (60, 30 bzw. 10% des Grundfutters) sowie 2 kg Kraftfutter gefüttert. Hier lag die Helligkeit mit 41–44 etwas höher und der Rotton im Rückenmuskel im vergleichbaren Bereich. Der Gelbton des Fettes war mit 16 etwas niedriger. Wie VELIK et al. (2013b) ausführten, könnte vor allem die intensivere Gelbfärbung des Fettes in der Frischfleischvermarktung nachteilig sein, aber gleichzeitig auch eine Möglichkeit zur Differenzierung zwischen Rindfleisch aus weide- bzw. stallmastbasierter Haltung bieten. Das Fettsäuremuster von Fleischproben wird neben dem Geschlecht, der Rasse, dem Schlachtgewicht, dem Alter, der Herkunft der Fettprobe (Muskel etc.) und dem intramuskulären Fettgehalt auch wesentlich von der Rationszusammensetzung und der Fütterung in den letzten Monaten vor der Schlachtung bestimmt (DE SMET et al., 2004; WOOD et al., 2008; VELIK et al., 2013b; FERRINHO et al., 2017). Bei weidebasierter Kalbinnenmast stellten VELIK et al. (2013b) im Vergleich zur Stallfütterungsgruppe, welche auch Kraftfutter erhielt, signifikant höhere Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (9,2 bzw. 5,9 g/100 g FS) sowie an CLA- (0,7 bzw. 0,6 g) und Ω 3-Fettsäuren (2,8 bzw. 1,8 g/100 g FS) im langen Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) fest. In der vorliegenden Arbeit lagen diese ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren im Rückenmuskel in allen Versuchsgruppen ebenfalls auf hohem Niveau (mehrfach ungesättigte Fettsäuren: 7,7 g, CLA-FS: 0,8 g, Ω 3-FS: 2,9 g). Dies deckt sich auch mit Literaturangaben, wo weidebasierte Systeme im Vergleich zu kraftfutterbetonten Fütterungsstrategien günstiger beurteilt wurden (NOCI et al., 2005; NÜRNBERG et al., 2005; GARCIA et al., 2008; DALEY et al., 2010; SCOLLAN et al., 2014; FERRINHO et al., 2017). Bei der Interpretation der Fettsäureanteile an den Gesamtfettsäuren muss jedoch auch der intramuskuläre Fettgehalt beachtet werden. Wie auch in Untersuchungen von TERLER et al. (2014) zeigten sich auch in der vorliegenden Arbeit im fettärmeren *Musculus semitendinosus* (Weißes Scherzel) etwas geringere Anteile an gesättigten Fettsäuren und höhere Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und an Ω 6- bzw. Ω 3-Fettsäuren als im Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*). Die Autoren stellten diesbezüglich auch negative Zusammenhänge zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den Anteilen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren fest. Bei zunehmender Fetteinlagerung dürfte daher der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fett langsamer ansteigen als jener der gesättigten und einfach ungesättigten Fettsäuren (DE SMET et al., 2004). Geringe intramuskuläre Fettgehalte, welche beispielsweise bei extensiven Mastver-

fahren und/oder bei zu früher Schlachtung (geringe Fetteinlagerung) auftreten können, würden zu einem höheren Anteil an ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren führen, jedoch bei einem bestimmten täglichen Fleischkonsum die absolut aufgenommene Menge nicht erhöhen. Diesbezüglich muss aber auch beachtet werden, dass eine bedeutende Beeinflussung der Versorgung des Menschen mit wertvollen Fettsäuren nur bedingt über die Rindfleischherkunft erreicht werden kann (RAZMINOWICZ et al., 2006; DGE et al., 2016). Das Verhältnis Ω 6- zu Ω 3-Fettsäuren sollte in unserer Ernährung idealerweise unter 5:1 liegen (DGE et al., 2016), tatsächlich liegt es jedoch häufig bei 10-20:1 (SIMOPOULOS, 1999). Bei den untersuchten Weideochsen lag das Verhältnis mit rund 1,5 sehr günstig und deckt sich mit Literaturangaben zur weidebasierten Rindermast (NÜRNBERG et al., 2005; VELIK et al., 2013a; SCHMUTZ et al., 2014). Bei der wirtschaftlichen Bewertung der Ergebnisse schnitt sowohl bei Betrachtung auf Einzeltierebene (ohne Förderungen und Prämien) als auch auf Betriebszweigebene (inklusive Förderungen und Prämien) die Versuchsgruppe mittel am günstigsten ab. Die Berechnungen zeigen weiters, dass das derzeitige österreichische Förderungs- und Prämiensystem die Wirtschaftlichkeit deutlich beeinflusst. Bei Auswertung auf Betriebszweigebene unter Berücksichtigung der Förderungen und Prämien verringerten sich die Gruppendifferenzen und die Gruppe kurz gewann im Vergleich zur Gruppe lang an wirtschaftlicher Konkurrenzkraft, da hier mehr Tiere auf der Fläche gehalten wurden und damit der Anteil an tierbezogenen Prämien in der Gruppe kurz am höchsten war.

Schlussfolgerungen

- Im Versuch zeigten sich keine linearen Zusammenhänge zwischen der Weide-Aufwuchshöhe (Tierbesatz) einerseits und den Einzeltierleistungen (Tageszunahmen) bzw. der Flächenleistung (kg Lebendgewichtszuwachs/ha) andererseits.
- Jene Versuchsgruppen, welche die höchsten täglichen Zunahmen erreichten, erzielten gleichzeitig nicht die höchste Flächenleistung. Über den gesamten Versuchszeitraum betrachtet wurden die signifikant höchsten Flächenleistungen in den Versuchsgruppen kurz und mittel und die numerisch höchsten täglichen Zunahmen in den Gruppen mittel und lang festgestellt.
- Unter den gegebenen Versuchsbedingungen zeigte sich hinsichtlich Flächenproduktivität eine anzustrebende Weideaufwuchshöhe im Bereich von 5,6–6,6 cm (\emptyset 6,2 cm) und hinsichtlich Tageszunahmen ein Idealbereich von 6,6–7,8 cm (\emptyset 7,1 cm).
- Mit zunehmender Aufwuchshöhe nahmen die Futterverluste zu, die Homogenität des Pflanzenbestandes ab und die Notwendigkeit von Weidepflegemaßnahmen zu. Daher sollte man sich bei Kurzrasenweidehaltung hinsichtlich anzustrebender Aufwuchshöhe jeweils am Mittelwert bzw. am unteren Grenzwert des oben angegebenen Aufwuchshöhenbereichs orientieren.
- Die Ergebnisse zur Schlachtkörper- und Fleischqualität zeigen, dass auch bei Verzicht auf eine Kraftfütterergänzung sehr gute Produktqualitäten erreicht werden können. Entscheidend ist diesbezüglich jedoch, dass

das Mastendgewicht bzw. der Schlachttermin auf die Schlachtreife der Tiere bestmöglich abgestimmt wird.

- Im Vergleich zu intensiveren Mastverfahren muss bei weidebasierter Rindermast mit einer etwas dunkleren Fleischfarbe und einem stärkeren Gelbton im Fett gerechnet werden, der Anteil an ernährungsphysiologisch erwünschten Fettsäuren ist demgegenüber höher.
- Unter den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen schnitt die Gruppe mittel (6,4 bis 6,8 cm Aufwuchshöhe) betriebswirtschaftlich am günstigsten ab. Tieranzahlbezogene Prämien bevorzugen bei Weidehaltung Systeme mit hoher Flächenleistung.

Literaturverzeichnis

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen, Wien.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN (1987): Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: Rindfleisch. Schlachtkörper und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe 7. Herausgeber: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach.
- AUGUSTINI, C. und J.J. FRICKH (2002): Bedeutung der Fleischreifung für die Qualität – neue Erkenntnisse. Bericht, 5. Österreichisches Fleischforum der Agrarmarkt Austria Marketing, 26.–28.11.2002, Villach, Österreich, 1-12.
- BERANGER, C. und D. MICOL (1981): Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage: importance du chargement et du mode d'exploitation, Fourrages 85, 73–93.
- DALEY, C.A., A. ABBOTT, P.S. DOYLE, G.A. NADER and S. LARSON (2010): A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. Nutrition J. 9(10), 1–12.
- DANNENBERGER, D., K. NÜRNBERG, G. NÜRNBERG and K. ENDER (2006): Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. Arch. Tierz., Dummerstorf 49(4), 315–328.
- DE BOEVER, J.L., COTTYN, B.G., BUYSSE, F.X., WALNMAN, T.W. and J.M. VANACKER (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. J. Anim. Feed Sci. and Techn. 14, 203–214.
- DE SMET, S., K. RAE and D. DEMEYER (2004): Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Animal Research 53, 81–98.
- DGE, ÖGE und SGE (Deutsche, Österreichische und Schweizer Gesellschaft für Ernährung) (2016): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 2. aktualisierte Ausgabe.
- DGF (Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft), 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. 2. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart.
- DUFÉY, P.-A., P. SILACCI, B. DOUGOUD, C. BIOLLEY und J. MESSADENE (2017): Zartheit beim Rindfleisch: Validierung der Normen für die instrumentelle Bestimmung. Agrarforschung Schweiz 8, 268–275.
- DUCKETT, S.K., C. FERNANDEZ ROSSO, G. VOLPI LAGRECA, M.C. MILLER, J.P.S. NEEL, R.M. LEWIS, W.S. SWECKER and J.P. FONTENOT (2014): Effect of frame size and time-on-pasture on steer performance, longissimus muscle fatty acid composition, and tenderness in a forage-finishing system. J. Anim. Sci. 92, 4767–4774.
- DUFRASNE, I., M. GIELEN, P. LIRNBOURG, C. BRUNDSEAUX und L. ISTASSE (1995): En Belgique, diverses modalités de pâturage pour des taurillons avant finition à l'âge. Fourrages 141, 75–90.
- ENDER, K., und C. AUGUSTIN, (2007): Schlachtwert von Rind und Kalb. In: Branscheid W., Honikel K.O. Von Lengerken G. und K. Troeger (Ed.): Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 157–205.
- FERRINHO, A.M., E. PERIPOLLI, G. BANCHERO, A. S. C. PEREIRA, G. BRITO, A. F. LA MANNA, E. FERNANDEZ, F. MONTOSI and F. BALDI (2017): Effect of growth rate on beef fatty acid profile from Hereford steers finished either on pasture or in feedlot. J. Anim. Sci. 95, Issue Supp.4, 180–181.
- FOLCH, J., M. LEES and G.H. SLOANE STANLEY (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226, 497–509.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG (2002): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 74, 362–375.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG (2003): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 75, 16–30.
- GARCIA, P.T., N.A. PENSEL, A.M. SANCHO, N.J. LATIMORI, A.M. KLOSTER, M.A. AMIGANO and J.J. CASAL (2008): Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. Meat Science 79, 500–508.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG Verlag Frankfurt. 85 S.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 7, 141–150.
- GIBB, M.J., C.A. HUCKLE, R. NUTHALL and A.J. ROOK (1997): Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. Grass and Forage Sci. 52, 309–321.
- HONIKEL, K.O. (1986): Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe 6.: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach.
- HONIKEL, K.O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Sci. 49, 447-457. HÜHN, R. und M. HARTUNG (1998): Ochsen bringen Spitzenqualität. Fleischer Journal 4, 12–13.
- 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.
- LACA, E.A., E.D. UNGAR, N.G. SELIGMAN, M.R. RAMEY and M.W. DEMMENT (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimension of cattle grazing homogeneous swards. Grass and Forage Sci. 47, 91–102.
- MC CARTHY, B., L. DELABY, K. M. PIERCE, F. JOURNOT and B. HORAN (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. Animal 5, 784–794.
- MEILI, E. (1998): Meilibeef-Weidemast von Mastremonten (Kreuzungen MilchrasenxMastrassen) ohne Maissilage und Kraftfutter auf Grün

- land. Tagungsband internationale Weidetagung:Leistungen von der Weide, 29.-30. August 2018, Kiel, 43-37.
- MUIR, P.D., J.M. DEAKER and 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.
- NÜRNBERG, K., D. DANNENBERGER, G. NÜRNBER, K. ENDER, J. VOIGT, N.D. SCOLLAN, J.D. WOOD, G.R. NUTE and R.I. RICHARDSON (2005): Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 94, 137-147.
- NOCI, F., F.J. MONAHAN, P. FRENCH and A.P. MOLONEY (2005): The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. *J. Anim. Sci.* 83, 1167-1178.
- PEYRAUD, J. L. and R. DELAGARDE (2013): Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal* 7, 57-67.
- RAZMINOWICZ, R.H., M. KREUZER and M.R.L SCHEEDER (2006): Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Sci.* 73, 351-361.
- ROOK, A.J., C.A. HUCKLE and P.D. PENNING (1994): Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behaviour Sci.* 40, 101-112.
- SCHMUTZ, M., P. WEINDL, S. CARRASCO, G. BELLOF and E. SCHMIDT (2014): The effects of breed, grazing system and concentrate supplementation on the fatty acid profile of the musculus longissimus dorsi and the kidney fat of steers. *Arch. Anim. Breed.* 57, 1-16.
- SCHNEIDER, S. and G. BELLOF (2009): Energetischer Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. *Internationale Weidetagung 28.04-29.04 2009 Grub, Schriftenreihe LFL 8/2009*, 9-13.
- SCOLLAN, N.D., D. DANNENBERGER, K. NUERNBERG, I. RICHARDSON, S. MACKINTOSH, J.-F. HOCQUETTE and A.P. MOLONEY (2014): Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 97, 384-394.
- SIMOPOULOS, A.P. (1999): Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70(suppl), 560-569.
- SPÖRNDLY, E., I. OLSSON and E. BURSTEDT (2010): Grazing by Steers at Different Sward Surface Heights on Extensive Pastures: A Study of Weight Gain and Fat Deposition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 184-192.
- STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER und H. ROHRER (2019): Kurzrasen- und Koppelweide im ostalpinen Berggebiet im Vergleich. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), *Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019*, Verlag Dr. Köster, 130-133.
- STEEN, R.W.J. and D.J. KILPATRICK (1995): Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 43, 205-213.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ (2015): *Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen*. Leopold Stocker Verlag, 300 S.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER und R. PFISTER (2019): Vergleich des Nährstoffgehalts von Weidefutterproben aus simulierten Kurzrasenweideparzellen bzw. Kurzrasenweideflächen. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), *Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019*, Verlag Dr. Köster, 296-297.
- STEWART, K.E.J., N.A.D. BOURN and J.A. THOMAS (2001): An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. *J. of Applied Ecology* 38, 1148-1154
- TERLER, G., C. TRIPPOLD, M. VELIK, R. KITZER und J. KAUFMANN (2014): Schlachtleistung und Fleischqualität von Charolais×Wagyu- und Fleckvieh×Wagyu-Rindern unter österreichischen Mastbedingungen. 23. Tagung über die Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, 13.-14.11.2014, Radenci, 173-180.
- THOMET, P., M. HADORN und J. TROXLER, (2000): Leistungsvergleich zwischen Kurzrasen- und Umtriebsweide mit Ochsen. *Agrarforschung* 7, 472-477.
- VELIK, M., E. M. FRIEDRICH, J. HÄUSLER und A. STEINWIDDER (2013a): Färsenmast auf Kurzrasenweide oder im Stall – Einfluss auf Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität. In: *Züchtungskunde* 85, 206-215.
- VELIK, M., I. GANGNAT, R. KITZER, E. FINOTTI und A. STEINWIDDER (2013b): Fattening heifers on continuous pasture in mountainous regions – implications for productivity and meat quality. *Czech J. Anim. Sci.* 58, 360-368.
- WOOD, J.D., M. ENSER, A.V. FISHER, G.R. NUTE, P.R. SHEARD, R.I. RICHARDSON, S.I. HUGHES and F.M. WHITTINGTON (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78, 343-358.
- WIRTH, F. und S. HAUPTMANN (1980): Sensorik – Ausbildung für Sachverständige der DLG-Qualitätsprüfung für Fleischerzeugnisse. *Problemstellung und Ziele (Teil 1)*. *Fleischwirtschaft* 60, 27-34.
- WOODWARD, S.J.R. (1997): Formular for predicting animals' daily intake of pasture and grazing time from bite weight and composition. *Livest. Prod. Sci.* 51, 1-10.
- ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) (2011): *Klimadaten von Österreich 1981-2010*, CD.

Einfluss von Vollweide- oder Grassilagefütterung auf das Fettsäuremuster der Kuhmilch

Edina Scherzer^{1,2*}, Andreas Steinwiddler¹, Walter Starz¹, Hannes Rohrer¹, Rupert Pfister¹, Margit Velik³ und Werner Zollitsch²

Zusammenfassung

Die Milchfettsäuregehalte von Kuhmilch werden durch die Fütterung beeinflusst. In der menschlichen Ernährung wird eine Verringerung der Aufnahme an gesättigten Fettsäuren (SFA) und eine Steigerung der Versorgung mit MUFA, PUFA, CLA und ω -3 Fettsäuren angestrebt. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss von Vollweidehaltung (VW) bzw. Silage-Stallfütterung mit (S-KF+) bzw. ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) im Berggebiet Österreichs auf die Milchfettsäurezusammensetzung untersucht. Dazu wurde das Milchfettsäuremuster von 63 Milchkühen über drei Jahre hinweg gaschromatographisch untersucht. Die Kühe der Vollweidegruppe wurden ausschließlich über Weidefutter einer Kurzrasenweide (Aufwuchshöhe 5,3 cm \pm 0,81) versorgt. Die Stallfütterungstiere wurden mit Grassilage gefüttert, wobei die Hälfte der Kühe zusätzlich milchleistungsabhängig Kraftfutter (S-KF+, KF kg /Tier u. Tag = 0,5 * kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag) erhielt. Jeweils ein Drittel der Dauergrünlandflächen des Versuches wurde jedes Jahr als Kurzrasenweide genutzt, zwei Drittel der Fläche dienten der Silagebereitung. Diese wurden bei einer durchschnittlichen Aufwuchshöhe von 15,4 cm (\pm 2,52) über vier Schnitte genutzt, in Silageballen konserviert und im darauffolgenden Winter den Silagefütterungsgruppen verfüttert. Die Kühe kamen im Durchschnitt am 46. (\pm 11,9) Laktationstag in den Versuch. Der Milchfettsäure-Datensatz beinhaltete 74 (40,4 %) Milchproben der VW-Tiere, 55 Proben (30,1 %) stammten von Tieren der Gruppe S-KF0 und 54 (29,5 %) von Tieren der Gruppe S-KF+. 104 Milchproben entfielen auf Kühe der Rasse Holstein Friesian (Lebensleistungszucht), 43 auf Fleckviehkühe und 36 auf Kühe der Rasse Braunvieh. Entsprechend der Versuchswoche, in der die Milchproben in den jeweiligen Gruppen gezogen wurden, wurden diese auch drei Termingruppen (Laktations- bzw. Saisonverlaufgruppen) zugeteilt. Die Milchfettsäuregehalte wurden gaschromatographisch ermittelt, die Ergebnisse daraus wurden mit einem gemischten Modell ausgewertet.

Die Anteile ernährungsphysiologisch bedeutender Fettsäuregruppen der Milch von Kühen aus Vollweidefütterung (VW) hoben sich signifikant von jenen der Silagefütterungsgruppen (S-KF0, S-KF+) ab. Während

Summary

The fatty acid content of cow's milk is influenced by feeding. In human nutrition, one aim is to reduce SFA intake and increase the supply of MUFA, PUFA, CLA and ω -3 fatty acids. In the present study, the influence was investigated of full grazing (VW) or silage feeding with (S-KF+) or without concentrate supplementation (S-KF0) on milk fatty acid content. The dairy cows of the pasture group were fed exclusively on a continuously grazed pasture (growth height 5.3 cm \pm 0.81). Grass silage was offered to the animals fed indoors, whereby half of the cows additionally received concentrate (KF) according to their actual milk yield (S-KF+: KF kg per animal and day = 0.5 * kg daily milk - 18; but at a max. quantity of 8.5 kg KF per animal and day). In each experimental year, one third of the permanent grassland area was used for grazing, two thirds for silage production. For silage production the forage was cut four times per year at an average growth height of 15.4 cm (\pm 2.52) and preserved in silage bales and fed to the indoor fed groups in the following winter. On average, the cows entered the experiment on the 46th (\pm 11.9) day in milk. The milk fatty acid data set included 74 (40.4 %) individual daily milk samples from VW animals, 55 (30.1 %) samples from animals in group S-KF0 and 54 (29.5 %) samples from animals in group S-KF+. 104 (56.8 %) milk samples came from cows of a strain of Holstein Friesian selected for lifetime performance, 43 (23.5 %) from Austrian Simmental cows and 36 (19.7 %) from Brown Swiss cows. Milk samples were also allocated to three experimental periods (seasonal groups) according to the experimental week. The milk fatty acid contents were determined by gas chromatography and data were statistically analysed with a mixed model.

The proportions of nutritionally important fatty acid groups in the milk from the grazing cows (VW) were significantly different from those of the silage fed groups (S-KF0, S-KF+). While the proportions of SFA in the milk of the VW group was significantly lower (VW 63.3 g/100 g FA, S-KF0 and S-KF+ each 71.5 g), the proportions of MUFA (VW 30.9 g, S-KF0 and S-KF+ each 24.4 g/100 g FA) and PUFA (VW 5.8 g and S-KF0 and S-KF+ 4.1 g/100 g FA) were at a higher level. The contents of CLA, ω -3 fatty acids and ω -6 fatty acids

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierwissenschaften, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Edina Scherzer, edina.scherzer@raumberg-gumpenstein.at

die Anteile an SFA in der Milch der VW Gruppe signifikant geringer waren (VW 63,3 g/100 g FS, S-KF0 und S-KF+ jeweils 71,5 g), lagen die Anteile an MUFA (VW 30,9 g, S-KF0 und S-KF+ jeweils 24,4 g/100g FS) und PUFA (VW 5,8 g und S-KF0 und S-KF+ 4,1 g/100 g FS) auf einem höheren Niveau. Auch die Gehalte an CLA-, ω -3 Fettsäuren und ω -6 Fettsäuren waren in der Milch aus Vollweidehaltung signifikant höher. Im CLA- bzw. ω -3 Fettsäuregehalt lagen die VW Tiere bei 2,3 g bzw. 1,7 g, die S-KF0 bei 1,2 g bzw. 1,4 g und die S-KF+ Tiere bei 1,1 g bzw. 1,4 g/100 g Fettsäuren. Im Gegensatz zu den Stallfütterungsgruppen wirkte sich bei Vollweidehaltung auch die Saison bzw. der Laktationsabschnitt auf den Fettsäuregehalt aus. Es zeigten sich darüber hinaus auch Rasse- und Jahreseffekte. Die restriktive Kraftfutterergänzung in der Silagefütterungsgruppe S-KF+ wirkte sich im Vergleich zu S-KF0 einzig auf das ω -6/ ω -3 Fettsäureverhältnis signifikant aus. Um 50 % des Bedarfs an ω -3 Fettsäuren und CLA über Milchprodukte zu decken, müssten beispielsweise von Frauen täglich Erzeugnisse aus 1,18 Liter Milch der S-KF0 Gruppe (4,01 % Fett), 1,3 Liter der S-KF+ (4,05 % Fett) bzw. 0,84 Liter der Vollweidegruppe (3,98 % Fett) konsumiert werden.

Schlagwörter: Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft, Vollweide, Stallfütterung, Milchqualität, Fettsäuren

were also significantly higher in milk from the grazing group. The CLA and ω -3 fatty acid contents in the VW group was 2.3 g and 1.7 g respectively, in group S-KF0 1.2 g and 1.4 g, and in group S-KF+ 1.1 g and 1.4g/100 g FA, respectively. In contrast to the stable fed groups, the season and/or the days in milk also had an effect on the fatty acid content of the grazing group. In addition, breed and year effects were also observed for all groups. The restricted concentrate supplementation in the silage fed group S-KF+ only had a significant effect on the ω -6/ ω -3 fatty acid ratio as compared to S-KF0. For example, in order to cover 50 % of women's daily requirements for ω -3 fatty acids and CLA, products from 1.18 litres of milk of the S-KF0 group (4.01 % fat content), 1.3 litres of S-KF (4.05 % fat content) and 0.84 litres of full pasture (3.98 % fat content) would have to be consumed.

Keywords: dairy, organic farming, pasture, grazing, stable feeding, milk quality, fatty acids

1 Einleitung

Fettgehalt und Fettsäuremuster erweisen sich als wichtige Parameter, die den gesundheitlichen Wert der Lebensmittel mitbestimmen. Der Anteil ungesättigter Fettsäuren (UFA) am Gesamtfett sollte in der Ernährung möglichst hoch gehalten werden. Referenzwerte weisen auf ein erwünschtes Verhältnis zwischen gesättigten (SFA) und ungesättigten Fettsäuren (UFA = MUFA+PUFA) von 1:2 hin (MATTHÄUS et al., 2014; DGE, 2011). Besondere Formen der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) sind die Omega-3- (ω -3-FS) und die Omega-6-Fettsäuren (ω -6-FS) sowie die konjugierten Linolsäuren (CLA). Das Verhältnis der mit der gesamten menschlichen Nahrung aufgenommenen ω -6 zu ω -3 Fettsäuren sollte maximal bei 5:1 liegen, im Durchschnitt der mitteleuropäischen Bevölkerung liegt dieses deutlich höher (MATTHÄUS, 2014).

Die Fettsäuregehalte in der Milch von Wiederkäuern resultieren entweder direkt aus der Futterbasis der Tiere, aus der Biohydrogenierung im Pansen oder aus der Körperfettmobilisierung bzw. Biosynthese im Fettgewebe und der Milchdrüse (VELIK et al., 2013). HANUŠ et al. (2018) schätzen den Einfluss der Fütterung auf das Milchfettsäuremuster mit rund 55 % am höchsten ein. Weiters werden in der Literatur auch Tier- (Rasse, Genetik, Laktationsstadium, Milchleistungsniveau usw.) und Umwelteinflüsse (Höhenlage usw.) auf das Fettsäuremuster angeführt (KALÁČ und SAMKOVÁ, 2010; JENSEN, 2002; ADAMSKA et al., 2016).

Die Milch von weidenden Kühen zeichnet sich grundsätzlich durch hohe MUFA-, PUFA- und CLA- sowie geringe SFA-Konzentrationen aus (WHITE et al., 2001; ELGERSMA et al., 2006). Bei steigenden Kraftfutter- oder Maissilage-Rationsanteilen muss mit einem Rückgang der

PUFA- und CLA-Konzentrationen in der Milch gerechnet werden (BUTLER et al., 2008; SCHULZ et al., 2018).

Steinwider et al. (2017, 2018) verglichen in einem dreijährigen Versuch die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) und Grassilage-Stallfütterung ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) bzw. mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) im Berggebiet Österreichs. In der vorliegenden Arbeit sollen die Effekte auf das Milchfettsäuremuster dargestellt werden.

2 Tiere, Material und Methode

Eine ausführliche Beschreibung des Systemvergleichversuchs sowie der Ergebnisse zu Futteraufnahme, Energiebilanz, Milchleistung etc. können bei STEINWIDDER et al. (2017 und 2018) nachgelesen werden. Im Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) und Silage-Stallfütterung ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) bzw. mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) im Berggebiet Österreichs über drei Jahre mit insgesamt 63 Kühen verglichen. Die Dauergrünlandflächen wurden dazu gedritelt, wobei in jedem Versuchsjahr 1/3 der Fläche über die Vollweideperiode als Kurzrasenweide genutzt wurde. Die restliche Fläche wurde jeweils als Grassilage in 4 Schnitten konserviert und in den Wintermonaten gleichmäßig den Silagefütterungsgruppen bei Stallhaltung zugeteilt. Im Dauergrünland-Pflanzenbestand dominierten mit 42–44 Flächen-% das Englische Raygras, gefolgt von Wiesenrispengras (15–16 %) und Weißklee (12–13 %). Die Vollweide-Versuchsperiode startete im Mittel am 14. April und endete am 16. September, in den Stallfütterungsgruppen standen vergleichbare Kühe in den Wintermonaten im Versuch. Die Versuchskühe der Gruppe VW wurden ausschließlich mit

Weidefutter und die Tiere der Gruppe S-KF0 ausschließlich mit Grassilage gefüttert. In der Grassilagegruppe S-KF+ erhielten die Versuchskühe milchleistungsabhängig zusätzlich eine restriktive Kraftfutterergänzung (KF kg/Tier u. Tag = $0,5 \times \text{kg Tagesmilch} - 8$; max. jedoch 8,5 kg/Tier u. Tag), das Kraftfutter setzte sich aus 52 % Gerste, 20 % Körnermais, 5 % Hafer und 23 % Erbsen zusammen.

Im Datensatz befanden sich 183 Tagesmischmilchproben, die sich aus 74 Milchproben der VW-Tiere, 55 stammten von Tieren der Gruppe S-KF0 und 54 von Tieren der Gruppe S-KF+. Auf das erste Versuchsjahr entfielen 52 Fettsäureanalysen, auf das zweite 67 und auf das dritte 64. 104 Milchproben entstammen von Kühen der Rasse Holstein Friesian (Lebensleistungszucht), 43 von Fleckviehkühen und 36 von Kühen der Rasse Braunvieh. 63 Kühe standen zum Zeitpunkt der Milchprobenahme in der ersten Laktation, 40 Kühe in der zweiten und 80 Kühe mindestens in der dritten Laktation. Entsprechend der Versuchswoche, in der die Milchproben in den jeweiligen Gruppen gezogen wurden, wurden diese drei Termingruppen (Laktations- bzw. Saisonverlaufsgruppen) zugeteilt. 68 Milchproben von Versuchsbeginn bis zur sechsten Versuchswoche wurden Termin 1, 69 Proben zwischen siebenter und 14. Versuchswoche dem Termin 2 und 46 Proben ab der 15. Versuchswoche dem Termin 3 zugeteilt.

Die von den Versuchskühen kuhindividuell gezogenen Tagesmilchmischproben wurden tiefgefroren und das Fettsäuremuster zweimal jährlich, nach Beendigung des jeweiligen Versuchsdurchgangs der Weide- bzw. Stallgruppen, an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein analysiert. Die Extraktion des Fettes für die gaschromatographische Fettsäuren-Untersuchung wurde nach der Methode von FOLCH et al. (1957) mit leichter Modifikation durchgeführt. Anschließend erfolgte die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester mit Trimethylsulfoniumhydroxid (DGF, 2006). Die Bestimmung der Einzel-FS erfolgte mittels Gaschromatographen (Varian, Modell 3900) ausgestattet mit einem Flammen-Ionisierungs-Detektor, einem automatischen Injektor, einem Split-Injektor sowie mit der Säule Supelco SPTM 2380 (100 m \times 0,25mm \times 0,2 μ m Filmdicke). Die Injektions- und Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260°C. Als Trägergas diente Helium und es wurde ein konstanter Säulendruck (3,4 bar) verwendet. Die Säulentemperatur wurde zu Beginn für 1 Minute bei 60°C gehalten; dann wurde die Temperatur mit 8°C pro Minute bis auf 120°C und anschließend mit 1,5°C pro Minute bis auf 240°C erhöht. Für die Peak-Identifikation wurden ein Standardmix von 37 Fettsäuremethylester (Supelco Inc.) sowie individuelle Standards von Sigma Aldrich, Supelco, Matreya und Larodan verwendet. Der Gehalte jeder einzelnen Fettsäure (FS) wurde als g/100 g Gesamt-FS ausgedrückt. Für die Bedarfsberechnungen im Kontext der Diskussion der ernährungsphysiologischen Bedeutung wurden die Fettsäuregehalte nach TÖPEL (2004) von g/100 g Fettsäuren in g/100g Fett umgerechnet. Für die Lebensmittel Vollmilch, Butter, Bergkäse, Joghurt bzw. Schlagrahm wurden dazu die handelsüblichen Fettgehalte von 3,5 %, 82 %, 30 %, 3,5 % bzw. 36 % angenommen. Die Einzel-FS wurden zu folgenden FS-Gruppen zusammengefasst:

Gesättigte Fettsäuren (SFA): \sum (C4:0, C5:0, C6:0, C7:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0anteiso, C13:0, C14:0, C15:0iso, C15:0anteiso, C15:0, C16:0iso, C16:0, C17:0iso,

C17:0anteiso, C17:0, C18:0, C19:0anteiso, C19:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0, C24:0).

Einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA): \sum (C14:1, C15:1, C16:1c9, C17:1, \sum C18:1t, C18:1c9, C18:1c11, C20:1, C22:1, C24:1).

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA): \sum (CLA, ω -3-FS, ω -6-FS)

Konjugierte Linolsäure (CLA): CLA c 9t11.

Omega-3 Fettsäuren (ω -3-FS): \sum (C18:3c9,12,15 (ALA); C20:3c11,14,17; C20:5 (EPA); C22:5c7,10,13,16,19; C22:6 (DHA)).

Omega-6 Fettsäuren (ω -6-FS): \sum (C18:2t9,12; C18:2c9,12; C18:3c6,9,12; C20:2; C20:3c8,11,14; C20:4; C22:2).

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit einem gemischten Modell mit den fixen Effekten Gruppe (G: S-KF0, S-KF+, VW), Jahr (J: 2014, 2015, 2016), Termin (T: 1, 2, 3), Rasse (R: FV, HF, BV), den Wechselwirkungen Gruppe \times Jahr, Gruppe \times Termin und dem zufälligen Effekt Tier innerhalb Rasse sowie der wiederholten Messungen am Tier für Termin innerhalb Jahr (Freiheitsgrad-Approximation $ddf_{m=kr}$) ausgewertet. In den Ergebnistabellen werden die Least-Square-Means, die Residualstandardabweichung (se) und die P-Werte für die Variablen Gruppe, Jahr, Termin, Rasse und die Wechselwirkungen Gruppe \times Jahr und Gruppe \times Termin dargestellt. Für den paarweisen Gruppenvergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet, Mittelwerte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ($P < 0,05$) hin.

3 Ergebnisse

3.1 Einfluss der Fütterungsgruppen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Fettsäuregehalte der drei Fütterungsgruppen, die Werte des statistischen Modells sowie die Residualstandardabweichungen angegeben. Die Fütterung wirkte sich auf den Anteil vieler Fettsäuren und Fettsäuregruppen in der Milch signifikant aus. Im vorliegenden Tagungsband wird ausschließlich auf die Unterschiede in den Gehalten der Fettsäuregruppen eingegangen.

In der Milch der VW-Gruppe wurde ein signifikant niedrigerer Anteil an gesättigten Fettsäuren (SFA) als in den beiden Stallfütterungsgruppen (S-KF0, S-KF+) gefunden (Tabelle 1, Abbildung 1). Die Fettsäuregruppen MUFA, PUFA, CLA, iso-FS, ω -3-FS und ω -6-FS wiesen hingegen in der VW-Gruppe die signifikant höchsten Konzentrationen auf. Vergleicht man diesbezüglich die beiden Stallfütterungsgruppen, dann zeigten sich in der Gruppe S-KF0 signifikant niedrigere ω -6-FS-Gehalte als in S-KF+. Bei den ω -6/ ω -3 Fettsäureverhältnissen hoben sich jene der Fütterungsgruppen S-KF+ und VW signifikant von dem der Gruppe S-KF0 ab.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, wurde nur bei Vollweidehaltung ein signifikanter Einfluss des Termins auf die Gehalte der wesentlichsten Fettsäuregruppen festgestellt. Die Gruppe der ungesättigten Fettsäuren PUFA, CLA, ω -3-FS und ω -6-FS wiesen in der VW-Gruppe am Ende der Versuchsperiode (Herbst bzw. Mitte-Ende Laktation) signifikant höhere Gehalte auf. Die Fettsäuregruppe SFA zeigte zum

Tabelle 1: Anteile bedeutender Fettsäuregruppen (LS-Mittelwerte in g/100 g Fettsäuren) in der Milch für die drei Fütterungsgruppen (S-KF0, S-KF+, VW) über den gesamten Versuchsverlauf hinweg mit der Residualstandardabweichung und den P-Werten des statistischen Modells

Fettsäuren ¹	Gruppe (G)			s _e	P-Werte					
	S-KF0	S-KF+	VW		G	J	T	R	G * J	G * T
SFA	71,5 ^a	71,5 ^a	63,3 ^b	1,90	<0,001	0,001	0,056	0,901	<0,001	0,075
MUFA	24,4 ^b	24,4 ^b	30,9 ^a	1,75	<0,001	<0,001	0,211	0,916	<0,001	0,577
PUFA	4,10 ^b	4,11 ^b	5,83 ^a	0,46	<0,001	0,032	<0,001	0,663	0,109	<0,001
CLA	1,24 ^b	1,13 ^b	2,21 ^a	0,37	<0,001	0,092	0,002	0,902	0,139	<0,001
iso-FS	1,90 ^b	1,90 ^b	2,25 ^a	0,15	<0,001	0,107	0,858	0,001	<0,001	0,437
ω-3-FS	1,45 ^b	1,42 ^b	1,74 ^a	0,12	<0,001	0,499	<0,001	0,096	<0,001	<0,001
ω-6-FS	1,42 ^c	1,56 ^b	1,88 ^a	0,11	<0,001	0,065	0,003	0,701	<0,001	<0,001
ω-6/ω-3 Verhältnis	0,99 ^b	1,10 ^a	1,09 ^a	0,05	<0,001	0,012	0,172	0,002	<0,001	0,368

¹ SFA=gesättigte Fettsäuren, MUFA=einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, CLA=konjugierte Linolsäure, iso-FS=iso Fettsäuren, ω-3-FS=Omega-3 Fettsäuren, ω-6-FS=Omega-6 Fettsäuren

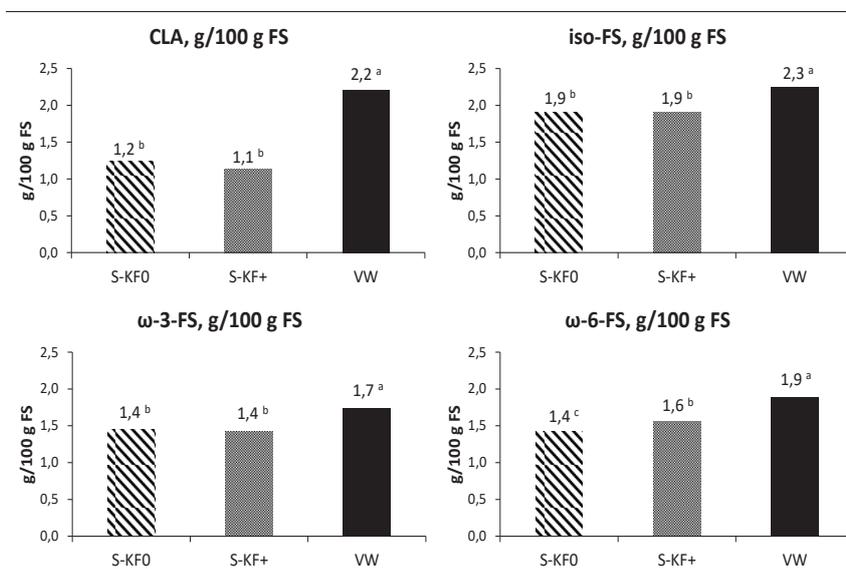


Abbildung 1: Gehalte von CLA-, iso-, ω-3- und ω-6-Fettsäuren in der Milch der Fütterungsgruppen S-KF0, S-KF+ und VW

dritten Termin innerhalb der VW-Gruppe den signifikant niedrigsten Wert. Das ω-6/ω-3-Fettsäureverhältnis lag zum zweiten Termin signifikant niedriger als beim ersten Termin. Bei den Fütterungsgruppen, die im Stall gehalten wurden (S-KF0, S-KF+), konnten nur wenige signifikante Termineffekte festgestellt werden. Wie die meisten Fettsäuren zeigten auch die Fettsäuregruppen PUFA, CLA und ω-3-FS weder signifikante Unterschiede zwischen den Stallgruppen

noch eine signifikante Veränderung im Versuchsverlauf. höheren ω-6/ω-3-Fettsäureverhältnis als die Braunvieh- und Fleckviehtiere.

Der Gehalt an SFA lag im zweiten Versuchsjahr signifikant über dem ersten und dritten Jahr. Die MUFAs hingegen waren in den Jahren eins und drei in signifikant höheren Gehalten in der Milch enthalten als im zweiten Jahr. Im dritten Jahr konnte ein signifikant höherer PUFA-Gehalt als in den zwei Jahren davor festgestellt werden. Von den Fettsäure-

noch eine signifikante Veränderung im Versuchsverlauf.

3.3 Einfluss der Rasse und des Versuchsjahres

In Tabelle 3 sind die Effekte der Rasse bzw. des Versuchsjahres auf die Konzentration ausgewählter Fettsäuregruppen in der Milch angeführt. Sowohl die Rasse als auch das Versuchsjahr wirkte sich auf einige Fettsäuregruppen signifikant aus. Tiere der Rasse Holstein Friesian produzierten im Durchschnitt über alle Fütterungsgruppen Milch mit einem signifikant höheren Gehalt an iso-FS als die Kühe der Rassen Braunvieh und Fleckvieh. In der Milch von Fleckviehkühen konnte im Vergleich zu Holsteinkühen ein signifikant höherer Gehalt an ω-3-FS festgestellt werden. Außerdem lieferten Holsteintiere Milch mit einem signifikant höheren

Tabelle 2: Der Einfluss des Termins (Saison) innerhalb der Fütterungsgruppe (G x T) auf ausgewählte Fettsäuregruppen¹ (LS-Mittelwerte in g/100 g Fettsäuren)

Fettsäuren ²	S-KF0			S-KF+			VW		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
SFA	71,8	71,4	71,2	71,0	72,0	71,4	64,0 ^a	64,1 ^a	61,9 ^b
MUFA	24,2	24,4	24,7	24,9	23,9	24,5	30,8	30,3	31,4
PUFA	4,06	4,14	4,11	4,17	4,07	4,08	5,16 ^c	5,61 ^b	6,71 ^a
CLA	1,20	1,28	1,23	1,14	1,11	1,14	1,81 ^c	2,07 ^b	2,74 ^a
iso-FS	1,87	1,89	1,94	1,92	1,87	1,92	2,27	2,27	2,21
ω-3-FS	1,43	1,44	1,47	1,44	1,42	1,42	1,60 ^c	1,71 ^b	1,90 ^a
ω-6-FS	1,42	1,43	1,41	1,59	1,55	1,53	1,75 ^c	1,83 ^b	2,07 ^a
ω-6/ω-3 Verhältnis	1,00	0,99	0,97	1,12	1,11	1,09	1,10 ^a	1,07 ^b	1,10 ^{ab}

¹ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante (P<0,05) Termineffekte innerhalb der Fütterungsgruppe hin

² SFA=gesättigte Fettsäuren, MUFA=einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, CLA=konjugierte Linolsäure, iso-FS=iso Fettsäuren, ω-3-FS=Omega-3 Fettsäuren, ω-6-FS=Omega-6 Fettsäuren

Tabelle 3: Der Einfluss der Rasse und des Versuchsjahres auf ausgewählte Fettsäuregruppen¹ (LS-Mittelwerte in g/100 g Fettsäuren)

Fettsäuren ²	Rasse (R)			Jahr (J)		
	BV	FV	HFL	2014	2015	2016
SFA	68,7	68,7	68,9	68,3 ^B	70,1 ^A	67,9 ^B
MUFA	26,7	26,6	26,5	27,1 ^A	25,3 ^B	27,3 ^A
PUFA	4,6	4,8	4,7	4,6 ^B	4,6 ^B	4,9 ^A
CLA	1,5	1,6	1,5	1,5 ^{AB}	1,4 ^B	1,6 ^A
iso-FS	2,0 ^b	2,0 ^b	2,1 ^a	2,0 ^{AB}	2,0 ^B	2,1 ^A
ω-3-FS	1,5 ^{ab}	1,6 ^a	1,5 ^b	1,5	1,5	1,6
ω-6-FS	1,6	1,6	1,6	1,6 ^B	1,6 ^{AB}	1,7 ^A
ω-6/ω-3-Verhältnis	1,04 ^b	1,05 ^b	1,10 ^a	1,03 ^B	1,07 ^A	1,08 ^A

¹ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante ($P < 0,05$) Unterschiede zwischen den Rassen bzw. Versuchsjahren hin

² SFA=gesättigte Fettsäuren, MUFA=einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, CLA=konjugierte Linolsäure, iso-FS=iso Fettsäuren, ω-3-FS =Omega-3 Fettsäuren, ω-6-FS =Omega-6 Fettsäuren

gruppen CLA und iso-FS beinhaltete die Milch des dritten Jahres signifikant mehr als jene des zweiten Versuchsjahres. Der Gehalt an ω-6-FS war im dritten Jahr signifikant höher als im ersten. Das ω-6/ω-3-Fettsäureverhältnis war im ersten Jahr signifikant geringer als in den zwei Folgejahren.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Eine ausführliche Beschreibung des Systemvergleichversuchs sowie dessen Ergebnisse können bei STEINWIDDER et al. (2018) nachgelesen werden. Im Versuch wurde Dauergrünlandfutter von den gleichen Flächen, jedoch bei unterschiedlicher Nutzung (Kurzrasenweide bzw. 4-Schnitt-Grassilagenutzung; Aufwuchshöhe bzw. Erntehöhe), geprüft. Die Kurzrasenweidetiere erhielten als Grundfutter ausschließlich Weidefutter, welches sich im Versuchsverlauf entsprechend dem Vegetationsverlauf (Jahreszeit) veränderte. In den Silageversuchsgruppen S-KF0 und S-KF+ standen vergleichbare Kühe zeitlich versetzt (Herbst/Winter) im Versuch. Diese Tiere erhielten in den ersten Versuchswochen die höherverdaulichen Silage-Aufwüchse 1 und 4 und später die Aufwüchse 2 und 3. Bei der Interpretation von Laktations- bzw. Versuchsverlaufeffekten muss dies in den Silagegruppen, sowie auch das Kraftfutterregime in S-KF+, berücksichtigt werden. Die Tiere der Gruppe S-KF+ erhielten zusätzlich zur Grassilage milchleistungsabhängig Kraftfutter. Da die Milchleistung im Laktations- bzw. Versuchsverlauf zurückging, unterschied sich der Kraftfüttereinsatz zwischen den Gruppen S-KF+ bzw. S-KF0 daher in den ersten Versuchswochen deutlicher als zu Versuchsende.

Nach HANUŠ et al. (2018) beeinflusst neben anderen Effekten überwiegend die Fütterung (zu etwa 55%) das Milchfettsäuremuster von Rindern, wobei sich Veränderungen in der Rationszusammensetzung auch rasch auswirken (ELGERSMA et al., 2006). Vergleichbar mit vielen weiteren Versuchsergebnissen wurde in der vorliegenden Arbeit ein deutlicher Zusammenhang zwischen Fütterung und Milchfettsäuremuster festgestellt (JAHR-EIS et al., 1997; WHITE et al., 2001; DEWHURST et al., 2006; ELGERSMA et al., 2006; BISIG et al., 2008; BUTLER et al., 2008; GASPARDO et al., 2010; KALAC und SAMKOVA, 2010; CAPUANO et al., 2014; VELIK et al., 2014; CAPUANO et al., 2015; STERGIADIS et al., 2018).

5.1 Effekte der Fütterungsgruppe

In der Untersuchung wurde für die Weide- bzw. Silagefütterung die gleiche Dauergrünlandfläche (Pflanzenbestand) genutzt, wobei systembedingt der Nutzungszeitpunkt bzw. die Nutzungshäufigkeit differenzierten (STEINWIDDER et al., 2018). Unabhängig von der Kraftfuttermenge unterschieden sich die beiden Stallfütterungsgruppen (S-KF0 und S-KF+) in der Milchfettsäurezusammensetzung signifikant von der VW-Gruppe. Vergleichbar mit ELGERSMA et al. (2006) wurde auch in der vorliegenden Auswertung ein signifikanter Unterschied in den Gehalten an SFA, PUFA und CLA zwischen Milch von Kühen aus Stall- bzw. Weidefütterung festgestellt. Während sich der Gehalt an der Fettsäuregruppe SFA,

besonders an der Fettsäure C 16:0 bei Weidehaltung verringerte, erhöhten sich die CLA- und PUFA-Gehalte signifikant. Außerdem lag der Gehalt an C 18:1 bei Weidehaltung signifikant höher. Das Versuchsfutter beider Fütterungssysteme kam von den gleichen Flächen und unterschied sich daher nicht in der botanischen Zusammensetzung. Die angeführten Effekte können daher vorwiegend auf die unterschiedliche Nutzung (Vegetationsstadium bzw. Aufwuchshöhe) und Konservierung (Frischfutter bzw. Silage) zurückgeführt werden. KIENDLER et al. (2019) ernteten Grünfutter, Heu und Grassilage von der gleichen Fläche und zum gleichen Zeitpunkt und führten einen Milchvieh-Fütterungsversuch durch. Wie im vorliegenden Versuch waren bei der Milch aus Grünfutter die Gehalte an SFA signifikant niedriger und jene der MUFA und ω-6-FS signifikant höher als in der Milch aus Grassilage. Die Gehalte an PUFA und CLA waren in der Grünfutter-Milch nur numerisch höher als in der Grassilage-Milch. Im Widerspruch zum vorliegenden Versuch waren allerdings die Gehalte an ω-3-FS in der Grünfutter-Milch am niedrigsten. Der Versuch von KIENDLER et al. (2019) legt nahe, dass durch das Konservierungsverfahren bedingte Veränderungen im Fettstoffwechsel der Kühe sowie Bröckelverluste und oxidative Fettsäureveränderungen während Erzeugung und Fütterung das Milch-Fettsäuremuster mitbeeinflussen (DEWHURST et al., 2006; MOREL et al., 2006; DOHME, 2007; GIERUS et al., 2009; KALAC und SAMKOVA, 2010).

WHITE et al. (2001) stellten einen Unterschied im Fettsäuremuster der Milch zwischen Tieren aus TMR-Fütterung und Vollweidefütterung fest. Wie in der vorliegenden Untersuchung, wo jedoch zwischen VW-Fütterung und Silagefütterung mit bzw. ohne Kraftfütterergänzung (S-KF+ bzw. S-KF0) verglichen wurde, unterschied sich auch in dieser Studie das Fettsäuremuster in den CLA-Gehalten. Milch von Tieren aus der VW-Gruppe beinhaltete signifikant mehr CLA als jene aus TMR-Fütterung. Dass durch Weidefütterung die Gehalte an C 10:0, C 12:0, C 14:0 und C 14:1 in der Milch erhöht werden (WHITE et al., 2001), konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht festgestellt werden. Es wurde aber von den Autoren angeführt, dass der Vergleich zwischen Studien schwierig sei, da die Fütterungen, Kraftfuttermengen, Beweidungsformen je nach Versuch unterschiedlich wären und auch die Messmethoden variieren würden. Jedoch wies die Milch aus Weidehaltung,

wie in der vorliegenden Studie signifikant höhere Gehalte an den ungesättigten Fettsäuren C 16:1 und C 18:3 und niedrigere Gehalte an C 18:2 auf.

Der Einfluss der Kraftfütterergänzung wurde in der vorliegenden Arbeit ausschließlich bei Silagefütterung geprüft, wobei auf Grund des Versuchsplans die eingesetzte Kraftfuttermenge in S-KF+ insgesamt relativ gering war und sich auch nur zu Versuchsbeginn deutlich von S-KF0 abhob. Im Vergleich zu Ergebnissen von BISIG et al. (2008), BUTLER et al. (2008) und BELLOF et al. (2013), welche die Kraftfütterreduktion in Kombination mit Weidefütterung im Vergleich zur kraftfutterbetonen Stallfütterung untersuchten, waren in den Silagegruppen die Effekte weniger deutlich ausgeprägt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass in den angeführten Quellen die Weidefütterung deutlichere Effekte gehabt haben könnte als das Kraftfutterniveau. Möglicherweise waren auch die absoluten Kraftfuttermengen in S-KF+ (durchschnittlich etwa 1,5 kg TM/Tier und Tag) zu gering, um signifikante Effekte auf die Futterraufnahme, Rationszusammensetzung und den Fettstoffwechsel zu zeigen. Trotzdem war der Gehalt an ω -6 Fettsäuren und damit auch das ω -6/ ω -3 Fettsäureverhältnis in der Gruppe S-KF0 signifikant geringer als in der Gruppe S-KF+.

5.2 Effekte der Energiebilanz

Die Energiebilanz der Versuchstiere wurde nicht als Effekt im statistischen Modell berücksichtigt, da im vorliegenden Datensatz kein signifikanter Zusammenhang zur Energiebilanz festgestellt wurde. Demgegenüber wurden bei STOOP et al. (2009) deutlichere Zusammenhänge zwischen Energiebilanz einerseits und produzierter Fettmenge und dem Fettsäuremuster andererseits festgestellt. Kühe mit negativer Energiebilanz wiesen in der niederländischen Studie niedrigere Gehalte an Fettsäuren mit 5 bis 15 C-Atomen und höhere Gehalte an den Fettsäuren C 16:0 und C 18:0 auf. Die Autoren führten an, dass die Änderung dieser Fettsäuregehalte auf Energiemangel, eine Fettsäuren-Umverteilung in der Fettsäuresynthese oder auf die Mobilisation von Körperfett hinweisen könnte. In der vorliegenden Arbeit kamen die Tiere im Durchschnitt erst in der siebenten Laktationswoche in den Versuch und wiesen nur eine leicht negative Energiebilanz auf, wobei sich diese auch im Versuchsverlauf (Laktationsverlauf) verbesserte. Mögliche Energiebilanzeffekte könnten damit teilweise auch im Termineffekt enthalten sein.

5.3 Effekte des Termins

Wie bereits diskutiert, müssen bei der Prüfung und Interpretation von Laktations- bzw. Vegetationsverlaufseffekten („Termin“) mögliche Effektmischungen (Energiebilanz, Milchleistung, Kraftfuttermischung bzw. Silageaufwuchsanteile im Versuchsverlauf) berücksichtigt werden. Bei den Vollweidetieren veränderte sich im Laktations- bzw. Vegetationsverlauf (neben der Milchleistung und Energiebilanz) die Zusammensetzung des Kurzrasenweidefutters kontinuierlich, in den Stallfütterungsgruppen wurden die Silageaufwüchse gestaffelt (1+4 Versuchsbeginn bzw. 2+3 ab Versuchsmitte) im Versuchsverlauf verabreicht. Es wurde nur in der Vollweidegruppe ein signifikanter Termineffekt (Laktations- bzw. Vegetationsverlaufseffekt) auf das Fettsäuremuster festgestellt. Dies könnte mit der

Weidefütterzusammensetzung zu tun haben, die sich bei Vollweidehaltung im zeitlichen Verlauf wesentlich stärker änderten, während die Rationsparameter Futterraufnahme, Energieaufnahme, Rohprotein- und RNB-Gehalte bei den Silagefütterungsgruppen S-KF0 und S-KF+ im Versuchsverlauf weniger schwankten (STEINWIDDER et al., 2018). Weiters muss auch die Entwicklung der Energiebilanz bzw. der Körperkondition im Versuchsverlauf beachtet werden (STEINWIDDER et al., 2018). Im Durchschnitt wiesen die Weidetiere eine signifikant höhere Energiebilanz auf als die Tiere aus den Silagefütterungsgruppen S-KF0 und S-KF+. Vergleichbar mit Ergebnissen von GARNSWORTHY et al. (2006) zeigte sich auch in der vorliegenden Arbeit bei den Fettsäuren C 4:0, C 6:0, C 8:0, C 10:0, C 12:0 und C 14:0 eine Abnahme in der Milch, wobei dieser Effekt in der Weidegruppe am deutlichsten ausgeprägt war. Die signifikant höheren PUFA-Gehalte der Vollweidemilch beim letzten Termin können laut GIERUS et al. (2009) darauf zurückzuführen sein, dass Grünlandbestände im Herbst verstärkt PUFA einlagern, um den Frost im Winter zu überstehen. Ein Anstieg der PUFA-Gehalte von Alm- und Weidemilch im Herbst wurde auch von VELIK et al. (2014) festgestellt.

5.4 Ernährungsphysiologische Bedeutung

Referenzwerte der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2011) geben an, dass maximal 30% (bei erhöhter körperlicher Tätigkeit bis zu 35%) der Energie, die durch Nahrung aufgenommen wird, aus Fett stammen sollte (MATTHÄUS, 2014). Der Anteil gesättigter Fettsäuren sollte dabei möglichst gering gehalten werden, während der Anteil ungesättigter Fettsäuren gesteigert werden sollte. DGE et al. (2016) raten, das ω -6/ ω -3 Fettsäureverhältnis in der aufgenommenen Nahrung kleiner als 5:1 zu halten, wobei es aktuell in der westlichen Bevölkerung deutlich darüber liegt (SIMOPOULOS, 1999, MEYER et al., 2003). HAUG et al. (2007) empfehlen sogar ein Verhältnis von nur 2:1. Von den essentiellen ω -6 Fettsäuren sollen 2,5% und von den ω -3 Fettsäuren 0,5% der Nahrungsenergie aufgenommen werden (MATTHÄUS, 2014; DGE et al., 2016). Die Fettsäuregruppe CLA leistet wichtige Beiträge zur gesunden Ernährung und es wird eine tägliche Aufnahme von 0,6 bis 3 g pro Tag empfohlen (HAUG et al., 2007; SIURANA und CALSAMIGLIA, 2016). Für die Berechnungen wurde ein täglicher Bedarf von 1 g CLA angesetzt. Durchschnittlich werden derzeit in Deutschland beispielsweise nur 0,28 bis 0,40 g pro Tag und Person aufgenommen (SIURANA und CALSAMIGLIA, 2016). Der CLA Gehalt in Milch und Käse reicht von 3 bis 9 g/kg Fett (LAWSON et al., 2001). Auch in Österreich ist der Gesamtfettkonsum zu hoch und das Fettsäuremuster ungünstig (BMGF, 2017). DGE et al. (2016) schlagen als Referenzwerte für Deutschland, Österreich und die Schweiz eine tägliche Energieaufnahme von 1.800 kcal für Frauen und 2.300 kcal für Männer (25 bis unter 51 Jahre, PAL 1,4) vor. Daraus ergibt sich für Frauen eine empfohlene tägliche Aufnahme von 45 kcal (5 g) an ω -6 Fettsäuren und 9 kcal (1 g) an ω -3 Fettsäuren und für Männer von 57,5 kcal (6,4 g) an ω -6 Fettsäuren und 11,3 kcal (1,3 g) an ω -3 Fettsäuren. Fette weisen mit 9 kcal/g die höchste Energiedichte der energieliefernden Nährstoffe auf (BMGF, 2017). In Tabelle 4 wird angegeben, wie viel % des täglichen Bedarfes von Frauen bzw. Männern durch den Konsum von einem Liter Milch der drei Fütterungsgruppen

Tabelle 4: Deckung des täglichen Fettsäure-Bedarfes von Frauen bzw. Männern in % durch den Konsum von einem Liter Milch (natürlicher Fettgehalt) der Fütterungsgruppen S-KF0, S-KF+ und VW

	Frauen ¹			Männer ²		
	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
CLA, %	43,0	41,0	79,3	43,0	41,0	79,3
ω -3-FS, %	50,2	51,6	62,4	40,0	41,1	49,7
ω -6-FS, %	9,8	11,3	13,5	7,7	8,9	10,6

¹ Für Frauen wird eine tägliche Energieaufnahme von 1.800 kcal empfohlen (DGE et al., 2015).

² Für Männer wird eine tägliche Energieaufnahme von 2.300 kcal empfohlen (DGE et al., 2015).

mit natürlichem Fettgehalt (S-KF0: 3,96%; S-KF+: 4,15%; VW: 4,10%) gedeckt werden könnten.

Um annähernd die Hälfte des täglichen Bedarfs an ω -3 Fettsäuren und CLA durch Milchprodukte zu decken, müssten von Frauen Erzeugnisse aus 1,18 Liter der Milch der S-KF0 Gruppe (4,01 % Fett) oder z.B. 250 ml standardisierte Vollmilch (3,5 % Fett) + 15 g Butter + 40 g Bergkäse + 300 g Joghurt + 10 g Schlagrahm mit jeweils handelsüblichem Fettgehalt konsumiert werden. Damit würden von den ω -3 Fettsäuren etwas mehr als die Hälfte des Bedarfs aufgenommen werden. Der Bedarf an ω -6 Fettsäuren kann mit dieser Aufnahme an Milcherzeugnissen nicht gedeckt werden. Durch die oben genannten Mengen werden lediglich 23% des täglichen Bedarfs aufgenommen. Von Milcherzeugnissen der Fütterungsgruppe S-KF+ müssten, um zirka die Hälfte des täglichen Bedarfs an CLA und ω -3 Fettsäuren zu decken, Produkte aus 1,30 Liter der Milch der Gruppe S-KF+ (4,05 % Fett) oder z.B. 300 ml standardisierte Vollmilch (3,5 % Fett) + 15 g Butter + 50 g Bergkäse + 300 g Joghurt + 10 g Schlagrahm aufgenommen werden. Für Frauen wäre durch diese Nahrungsmittel der Bedarf an ω -3 Fettsäuren mehr als zur Hälfte gedeckt. Der Bedarf an ω -6 Fettsäuren würde durch die Aufnahme dieser Milchproduktmengen bei Frauen zu 29% und bei Männern zu 23% gedeckt. Da die CLA-Gehalte in der Milch der Tiere aus der Fütterungsgruppe S-KF0 höher waren, müsste ein höherer Konsum von Milchprodukten aus der Milch der Tiere aus der Gruppe S-KF+ erfolgen, um den ähnlichen Bedarf dieser Fettsäuregruppen zu decken. Die VW-Gruppe unterscheidet sich im Fettsäuregehalt deutlich von den Stallfütterungsgruppen S-KF0 und S-KF+. Für Frauen würden Produkte aus 0,84 Liter VW-Milch (3,98 % Fett) oder z.B. 300 ml standardisierter Vollmilch (3,5 % Fett) + 15 g Butter + 35 g Bergkäse ausreichen, um den Bedarf an ω -3 Fettsäuren zur Hälfte und den Bedarf an CLA sogar zu 64% zu decken. Der Bedarf von Frauen an ω -6 Fettsäuren würde durch den Konsum dieser Lebensmittel zu 22% gedeckt werden.

Schlussfolgerungen

Die Fütterung der Milchkuh beeinflusste das Fettsäuremuster der Milch deutlich. Obwohl für die Silagebereitung die gleichen Grünlandflächen wie für die Beweidung genutzt wurden, traten zwischen den Fütterungsgruppen Vollweidefütterung (VW), Silagefütterung (S-KF0) und Silage-Kraftfutterfütterung (S-KF+) signifikante Unterschiede im Milchfettsäuregehalt auf. Milch aus Vollweidefütterung wies signifikant niedrigere SFA-Gehalte und signifikant hö-

here Anteile an den ernährungsphysiologisch günstig eingestufteten MUFA, PUFA, CLA und ω -3-FS auf. Auf Grund des restriktiven Kraftfuttereinsatzes wirkte sich im vorliegenden Datensatz die Kraftfuttergabe bei Vergleich der Silagefütterungsgruppen einzig auf das ω -6/ ω -3 Fettsäureverhältnis signifikant aus. Auf Grund von Literaturergebnissen muss mit steigendem Kraftfuttereinsatz vor allem mit einem signifikanten Rückgang der PUFA- und CLA-Konzentrationen in der Milch gerechnet werden. In der Vollweidegruppe zeigten sich signifikante Saisoneffekte, der Gehalt an SFA war am Ende der Laktation geringer, während die Gehalte an PUFA, CLA, ω -3-FS und ω -6-FS im Versuchsverlauf zunahmten. In den Silagegruppen, bei denen unterschiedliche Aufwüchse in der Fütterung gemischt wurden, war demgegenüber der Fettsäuregehalt im Jahresverlauf stabiler. Milchprodukte können einen nennenswerten Beitrag zur Optimierung der Versorgung mit ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren leisten. Diesbezüglich schneiden Milchprodukte aus grünlandfutterbetonter Fütterung, insbesondere aus Weidesystemen, positiver als aus intensiven Fütterungssystemen ab.

Literatur

- ADAMSKA, A., J. RUTKOWSKA and W. PRZYBYLSKI, (2016): Comparison of fatty acid composition of milk from Simmental and Polish Holstein-Friesian cows in different production seasons. *Annals of Animal Science* 16, 1211–1225.
- BELLOF, G., P. FERBER und E. SCHMIDT, (2013): Zur Fettsäurezusammensetzung der Kuhmilch in Abhängigkeit von Weidehaltung sowie konventioneller oder ökologischer Wirtschaftsweise. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Bonn, 504–507.
- BISIG, W., M. COLLOMB, U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, M. BREGY, und L. ETTER, (2008): Saisonale Fettsäurezusammensetzung von Schweizer Bergmilch. *AGRAR Forschung* 15, 38–43.
- BMGF, (2017): Österreichischer Ernährungsbericht 2017. <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528> [07.05.2019].
- BUTLER, G., J.H. NIELSEN, T. SLOTS, C. SEAL, M.D. EYRE, R. SANDERSON and C. LEIFERT, (2008): Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88, 1431–1441.
- CAPUANO, E., G. VAN DER VEER, R. BOERRIGTER-EENLING, A. ELGERSMA, J. RADEMAKER, A. STERIAN and S.M. VAN RUTH (2014): Verification of fresh grass feeding, pasture grazing and organic farming by cows farm milk fatty acid profile. *Food Chemistry* 164, 234–241.
- CAPUANO, E., R. GRAVINK, R. NOERRIGTER-EENLING and S.M. VAN RUTH (2015): Fatty acid and triglycerides profiling of retail organic, conventional and pasture milk: Implications for health and authenticity. *International Dairy Journal* 42, 58–63.
- COLLOMB, M., U. BÜTIKOFER, R. SIEBER, B. JEANGROS and J.-O. BOSSET, (2002): Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *International Dairy Journal* 12, 661–666.
- DEWHURST, R.J., K.J. SHINGFIELD, M.R.F. LEE and N.D. SCOLLAN, (2006): Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology* 131, 168–206.

- DGE, (2011): Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.). <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf> [07.06.2018].
- DGE, ÖGE und SGE (Hrsg), (2016): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn2. Auflage, 2. aktualisierte Ausgabe. <http://www.dge.de/uploads/media/DGE-Pressemeldung-aktuell-01-2015-energiezufuhr.pdf> [07.05.2019].
- DGF (Hrsg), (2006): Methode C-VI 11 (98) - Fettsäurenmethylester (TMSH Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 2. Auflage, Stuttgart.
- DOHME, F., (2007): Fettsäuremuster von Milch aus reiner Grasfütterung und Gras-Heufütterung. In: Der besondere Wert graslandbasierter Milch (eds: W. STOLL, E. FRIODUD und M. LOBSIGER), Tagungsband, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8. November 2007, 108-110.
- ELGERSMA, A., S. TAMMINGA and G. ELLEN, (2006): Modifying milk composition through forage – Review. *Animal Feed Science and Technology* 131, 207–225.
- FOLCH, J., M. LEES, M. and G.H. SLOANE STANLEY, (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497–509.
- GARNSWORTHY, P.C., MASSON, L.L., LOCK, A.L. and MOTTRAM, T.T. (2006): Variation of milk citrate with stage of lactation and de novo fatty acid synthesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 1604–1612.
- GASPARDO, B., A. LAVRENČIČ, A. LEVART, S. DEL ZOTTO and B. STEFANON, (2010): Use of milk fatty acids composition to discriminate area of origin of bulk milk. *Journal of Dairy Science* 93, 3417–3426.
- GIERUS, M., I. ALTER und F. TAUBE, (2009): Auswirkungen des Fettsäuremusters von Futterpflanzen auf die Fettqualität von Milch und Fleisch. *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*, 87 (2), 214-233.
- HANUŠ, O., E. SAMKOVÁ, L. KRÍŽOVÁ, L. HASONOVÁ and R. KALA (2018): Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability – A Review. *Molecules* 23. <http://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1636/htm> [20.07.2018].
- HUR, S.J., H.S. KIM, Y.Y. BAHK and Y. PARK, (2017): Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products. *Livestock Science* 195, 105–111.
- JAHREIS, G., J. FRITSCHKE and H. STEINHART, (1997): Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. *Nutrition Research* 17, 1479–1484.
- JENSEN, R.G., (2002): Invited Review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science* 85, 295–350.
- KALÁČ, P. and E. SAMKOVÁ, (2010): The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science* 55, 521–537.
- KIENDLER, S., L. GRUBER, G. TERLER, M. VELIK, D. EINGANG, A. SCHAUER und M. ROYER, (2019): Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Futterwert, Futteraufnahme und Milchleistung. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10-11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 97-109.
- LAWSON, R.E., A.R. MOSS and D.I. GIVENS, (2001): The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acid to man's diet: a review. *Nutrition Research Reviews* 14, 153–172.
- MATTHÄUS, B. (2014): Fette und Öle: Grundlagenwissen und praktische Anwendung. *Ernährungs-Umschau* 3, 162–170.
- MACRAE, J., L. O'REILLY and P. MORGAN, (2005): Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livestock Production Science* 94, 95-103.
- MEYER, B.J., N.J. MANN, J.L. LEWIS, G.C. MILLIGAN, A.J. SINCLAIR, and P.R.C. HOWE, (2003): Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids* 38, 391-398
- MOREL, I., U. WYSS und M. COLLOMB (2006). Grünfutter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13, 228-233.
- REHBERGER, B., W. BISIG, U. BÜTIKOFER, M. COLLOMB, P. EBERHARD, S. MALLINA, P. PICCINALI, H. SCHLICHTHERLE-CERNY und U. WYSS, (2008): Einfluss der Milchverarbeitung auf die konjugierten Linolsäuren. *Agrar Forschung* 15, 350–355.
- SCHULZ, F., WESTREICHER-KRISTEN, E., MOLKENTIN, J., KNAPPSTEIN, K. and SUSENBETH, A. (2018): Effect of replacing maize silage with red clover silage in the diet on milk fatty acid composition in cows. *Journal of Dairy Science* 101, 1–12.
- SIMOPOULOS, A.P., (1999): Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 70, 560–569.
- SIURANA, A. and S. CALSAMIGLIA, (2016): A metaanalysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. *Animal Feed Science and Technology* 217, 13–26.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER und R. PFISTER, (2017): Systemvergleich – Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs. *Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft*, 9. Nov. 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 14–44.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER und R. PFISTER, (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. *Züchtungskunde* 90, 218–239.
- STERGIADIS, S., D.N. HYNES, A.L. THOMSON, K.E. KLIEM, C.G.B. BERLITZ, M. GÜNAL and T. YAN, (2018): Effect of substituting fresh-cut perennial ryegrass with fresh-cut white clover on bovine milk fatty acid profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98, 3982–3993.
- STOOP, W.M., H. BOVENHUIS, J.M.L. HECK and J.A.M. VAN ARENDONK, (2009): Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 92, 1469–1478.
- TÖPEL, A., (2004): *Chemie und Physik des Lebensmittels Milch – Naturstoff, Rohstoff, Lebensmittel*. 1. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg.
- VELIK, M., S. BREITFUSS, M. URDL, J. KAUFMANN und A. STEINWIDDER, (2014): Fettsäuremuster von Alm-, Vollweide- und Supermarkt-Milch sowie von Milch aus Heu- bzw. Maissilage-Ration. *Züchtungskunde* 86, 237–248.
- WHITE, S.L., J.A. BERTRAND, M.R. WADE, S.P. WASHBURN, J.T. GREEN and T.C. JENKINS, (2001): Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 84, 2295–2301.

Fettsäuremuster von Milchproben von Praxisbetrieben sowie Ergebnisse zur Genauigkeit der MIR-Fettsäuregruppenbestimmung

Andreas Steinwider^{1*}, Edina Scherzer^{1,2} und Werner Zollitsch²

Zusammenfassung

Zur Bestimmung des Fettsäuregehalts werden heute, neben den klassischen Analyseverfahren wie der Gaschromatographie (GC), auch kostengünstigere Schnellmethoden angewandt.

In der vorliegenden Arbeit sollte die Genauigkeit der über ein Mid-Infrarot-Verfahren (MIR) des „MilkoScan FT6000 Software-Pakets“ ermittelten Fettsäurekonzentrationen anhand von GC-Fettsäuregehalten evaluiert werden. Dazu wurde auf ausgewählte Proben von Praxisbetrieben bzw. LKW-Tankmilchproben von Milchviehbetrieben einer Kärntner Molkerei (Kärntnermilch) zurückgegriffen. Dreimal jährlich (November 2017, März 2018, Juni 2018) wurden auf fünf Praxisbetrieben (2 biologisch und 3 konventionell wirtschaftende) der Kärntnermilch Liefermilch-Hofmischproben sowie von drei Milchsammelrunden Tankmilchproben (2 biologische und 1 konventionelle) gezogen. Die Milchproben der biologisch wirtschaftenden Betriebe entfielen dabei alle auf Bio-Wiesenmilch-Betriebe. Weiters sollten auch Effekte der Bewirtschaftung (biologisch „Bio-Wiesenmilchprojekt“ bzw. konventionell „gentechnikfrei“) sowie der Saison (Sommer- bzw. Winterfütterungssituation) auf die Milch-Fettsäurekonzentrationen untersucht werden.

Im GC-Fettsäuremuster wurden signifikante Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen (Bio-Wiesenmilch versus konventionelle gentechnikfreie Milch) und den Saisonen (Sommer- versus Winterfütterungssituation) festgestellt. Die Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA), konjugierte Linolsäuren (CLA) und Omega-3-Fettsäuren (ω -3-FA) lagen in den Proben der Bio-Wiesenmilchbetriebe signifikant über jenen der konventionellen Betriebe. Unabhängig von der Wirtschaftsweise lagen in den Sommermilchproben die CLA-, einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) und ungesättigten Fettsäuren (UFA) höher als in den Wintermilchproben, wobei die saisonalen Effekte bei den Bio-Betrieben stärker ausgeprägt waren als bei den konventionellen Betrieben. Die MIR-Analyseergebnisse korrelierten hinsichtlich der Konzentrationen an UFA bzw. gesättigten Fettsäuren (SFA) sowie an MUFA mit den Ergebnissen der GC-Analytik hoch ($r=0,95$). Es zeigten sich jedoch systematische Abweichungen, die bei der Ergebnisinterpretation bzw. bei Eichungen zu berücksichtigen sind. Hinsichtlich der Konzentration an PUFA zeigte sich nur ein moderater Zusammenhang ($r=0,57$) zwischen den Analysemethoden und es wurde

Summary

In addition to classical fatty acid analytical methods – such as gas chromatography (GC) - more time- and cost-effective rapid methods are now available for determining the milk fat composition.

In the present study, the accuracy was evaluated of fatty acid concentrations determined by mid-infrared spectrometry (MIR) with the “MilkoScan FT6000 Software Package”. The fatty acid contents determined with the GC were used as “gold standard”. For this purpose, selected milk samples from individual farms or tank milk samples of farms in Carinthia (dairy “Kärntnermilch”) were used. Three times a year (November 2017, March 2018, June 2018), delivery milk samples were taken from five farms (2 organic and 3 conventional farms) of Kärntnermilch and from three milk collection rounds (tank milk samples from 2 organic and 1 conventional round).

All organic farms followed the production guidelines of “Bio-Wiesenmilch”. Based on the GC-dataset and an additional comprehensive MIR fatty acid data set (January 2019 and June 2019; N=983 farms), the effects of the management (organic „Bio-Wiesenmilch“ versus conventional „GMO-free“) and period (summer versus winter feeding situation) on the milk fatty acid concentrations were investigated.

The proportions of relevant fatty acid groups in the milk were significantly different between the production systems (organic versus conventional) and periods (summer versus winter feeding situation). In the milk samples of the organic farms, the proportions of polyunsaturated fatty acids (PUFA), conjugated linoleic acids (CLA) and omega-3-acids (ω -3-FA) were significantly higher than in those of the conventional farms. Regardless of the production system, the CLA, monounsaturated fatty acids (MUFA) and unsaturated fatty acids (UFA) concentrations in the summer milk samples were higher than those in the winter milk samples. The seasonal effects were more pronounced in the organic system than in the conventional system. The MIR analysis results were highly correlated ($r=0.95$) with the results of the GC analysis for the concentrations of UFA, saturated fatty acids (SFA) and MUFA. However, there were systematic deviations that have to be taken into account when interpreting the results. For the PUFA only a moderate correlation ($r=0.57$) was found between the two methods. Additionally, a substantial variance was found, 95 % of the MIR results for PUFA

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

auch eine große Streuung festgestellt: 95 % der MIR-Ergebnisse für die PUFA lagen zwischen 9,5 % und 40,4 % unter den GC-Ergebnissen.

Schlagwörter: Milch, Fettsäuren, Mid-Infrarot Spektrometrie, biologisch

differed between -9.5 % and -40.4 % from the GC results.

Keywords: milk, fatty acids, mid-infrared spectrometry, organic

1. Einleitung

Die Erfassung der Fettzusammensetzung gewinnt in der Molkereiwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Die Analytik der Fettsäuregehalte (FA) mittels Gaschromatographie (GC) stellt ein standardisiertes, aber relativ aufwändiges Messverfahren dar. Heute gewinnen kostengünstigere Schnellmethoden in der Routineanalytik an Bedeutung. Dazu zählt auch die Mid-Infrarot-Spektroskopie (MIR), welche in der Milchverarbeitungsbranche seit Jahrzehnten zur Bestimmung der milchpreisrelevanten Milch Inhaltsstoffe (Fett, Eiweiß etc.) verwendet wird. Die MIR-Analytik arbeitet in einem Wellenlängenbereich (400 bis 4.000 cm^{-1}), in dem chemische Verbindungen besondere Absorptionseigenschaften zeigen. Das dabei erzeugte MIR-Spektrum veranschaulicht diese Absorptionen bei verschiedenen Wellenlängen. Wie Forschungsergebnisse zeigen, ist die FA-Bestimmung in Milch mittels MIR-Analytik bei mengenmäßig bedeutenden Fettsäuregruppen (z.B. ungesättigten Fettsäuren) bzw. einzelnen Fettsäuren (z.B. C12:0, C14:0) als robust und präzise einzustufen, die Genauigkeit nimmt jedoch insbesondere bei FA-Gruppen bzw. Fettsäuren ab, welche nur in niedrigeren Konzentrationen vorliegen (Soyeurt et al., 2006, 2011; De Marchi et al., 2011). Das Fett der Kuhmilch besteht zu etwa 70 % aus gesättigten Fettsäuren (SFA), 25-27 % aus einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) und 3 bis 5 % mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA).

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Genauigkeit der mittels MIR ermittelten Fettsäurekonzentrationen im Vergleich zu gaschromatographisch bestimmten Fettsäuregehalten anhand von Betriebs- bzw. LKW-Tankmilchproben zu evaluieren. Weiters sollten anhand dieser Proben sowie eines umfangreichen MIR-Fettsäure Datensatzes Effekte der Wirtschaftsweise (biologisch „Bio-Wiesenmilch“ versus konventionell „gentechnikfrei“) und der Saison (Sommer versus Winterfütterung) auf die Milch-Fettsäurekonzentrationen untersucht werden.

2. Material und Methode

2.1 Feldproben „GC- und MIR-Fettsäurebestimmung“

Dreimal jährlich (Wintersaison: 1.-5. Nov. 2017 und 1.-5. März 2018; Sommersaison: 1.-5. Juni 2018) wurden auf fünf Praxisbetrieben der Kärntnermilch (zwei biologisch wirtschaftende Betriebe; drei konventionell wirtschaftende Betriebe) Liefermilch-Mischproben sowie von drei Milchsammlerwagentouren Tankmilchproben (drei Regionen, zwei Wirtschaftsweisen; Katschtal (biologisch), Patergassen-Obermillstatt (biologisch), unteres Drautal (konventionell)) gezogen. Die Milchproben der biologisch wirtschaftenden Betriebe entfielen alle auf Bio-Wiesenmilch-Betriebe. Diese müssen spezielle, über die üblichen Richtlinien (VO (EG) Nr. 834/2007; VO (EG) Nr. 889/2008) hinausgehende Vor-

gaben hinsichtlich Mindestanteilen an Weide- und Grünfütter während der Vegetationsperiode bzw. an konserviertem Grünfütter während der Winterfütterungsperiode, sowie eine Begrenzung des Maissilage- und Kraftfutteranteils einhalten (ARGE Biowiesenmilch, o.J.). Die konventionellen Milchproben kamen überwiegend von Silagebetrieben, auf denen – vorwiegend im Winter – meist auch bedeutende Mengen an Maissilage gefüttert werden. Die von den Betrieben bzw. Tankmilchwägen gezogenen Milchproben (500 ml) wurden geschüttelt und dann auf zwei Teilproben zu je 250 ml aufgeteilt. Jeweils eine Probe davon wurde vor der gaschromatographischen Untersuchung an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein tiefgefroren. Die zweite Probe wurde unmittelbar nach der Probenziehung zur Bestimmung der Milch Inhaltsstoffe und Fettsäuregehalte mittels Mid-Infrarot-Analytik herangezogen.

2.2 Lieferbetriebsproben „MIR-Fettsäurebestimmung“

Der umfangreiche Lieferbetriebsdatensatz umfasste MIR-Ergebnisse von 2.101 Proben von 1.065 Betrieben, welche die Kärntnermilch beliefern (Winterbeprobungen im Jänner 2019: 1.065 Datensätze; Sommerbeprobungen im Juni 2019: 1.036 Datensätze). Davon wurden jene Betriebsdatensätze ausgeschieden, für die keine vollständige Winter- plus Sommerbeprobung vorlag. Weiters wurden auch jene Datensätze biologisch wirtschaftender Betriebe ausgeschieden ($n=10$), deren Milch nicht in die Bio-Wiesenmilch-Schiene der Kärntnermilch geliefert wurden. Der für die Auswertung verwendete Datensatz ($n=1.966$) enthielt 466 Datensätze von 233 Bio-Wiesenmilchbetrieben und 1.500 Datensätze von 750 konventionell (gentechnikfrei) wirtschaftenden Betrieben.

2.3 Gaschromatographische Milchfettsäureanalytik

Die Extraktion des Fettes für die gaschromatographische Fettsäuren-Analyse (Feldprobendatensatz siehe 2.1) wurde nach der Methode von Folch et al. (1957) mit leichter Modifikation durchgeführt. Anschließend erfolgte die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester mit Trimethylsulfoniumhydroxid (Dgf, 2006). Die Bestimmung der Einzel-FA erfolgte mittels Gaschromatographen (Varian, Modell 3900), ausgestattet mit einem Flammen-Ionisierungs-Detektor, einem automatischen Injektor, einem Split-Injektor sowie der Säule Supelco SPTM 2380 (100 $\text{m} \times 0,25 \text{mm} \times 0,2 \mu\text{m}$ Filmdicke). Die Injektions- bzw. Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260°C. Als Trägergas diente Helium bei konstantem Säulendruck (3,4 bar). Die Säulentemperatur wurde zu Beginn für 1 Minute bei 60°C gehalten; dann wurde die Temperatur mit 8°C pro Minute bis auf 120°C und anschließend mit 1,5°C pro Minute bis auf 240°C erhöht. Für die Peak-Identifikation wurden ein Standardmix

mit 37 unterschiedlichen Fettsäure-Methylestern (Supelco Inc.) sowie individuellen FA-Standards von Sigma Aldrich, Supelco, Matreya und Larodan verwendet.

2.4 MIR-Fettsäuregruppen-Analyse

Die Milchproben (Feldproben siehe 2.1; Lieferbetriebsproben siehe 2.2) wurden im Labor der Kärntnermilch einer Mid-Infrarot-Schnellanalyse (MIR) mittels MilkoScan FT6000 unterzogen. Vor der Untersuchung wurden die Proben auf 40 +/-3 °C erwärmt und mittels MilkoScan FT6000 die Milchinhaltsstoffe (Fett, Protein, Laktose, Kasein, Harnstoff, Fettsäuregruppen) auf Basis der FTIR Technik (Fournier Transform Infrared Spectroscopy) bestimmt. Über das MilkoScan FT6000 Software-Paket werden zusätzlich auch Gehalte zu folgenden Fettsäuregruppen in g/100 ml Milch ausgewiesen: ungesättigte Fettsäuren (UFA), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA), mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA) und gesättigte Fettsäuren (SFA). Diese Gehalte (g/100 g Milch) wurden anschließend auf die Gehalte je 100 g Fettsäuren (g/100 g FA) umgerechnet (z.B. UFA [g/100 g Fettsäure] = UFA [g/100 g Milch] / (SFA + UFA [g/100 g Milch]) * 100.

2.5 Statistische Auswertung

Mit Hilfe des SAS 9.4 Statistikprogramms (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) wurden die gaschromatografisch ermittelten FA-Ergebnisse der konventionellen Milchproben mit den Bio-Wiesenmilch-Proben in einem gemischten Modell mit den fixen Effekten Bewirtschaftung (bio vs. kon) und Saison (Wi: Winter vs. So: Sommer) sowie dem zufälligen genesteten Effekt für Betrieb (bzw. Region) innerhalb Bewirtschaftung (Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr) ausgewertet. Die Ergebnisse dazu werden als Least-Square-Means angegeben, zusätzlich werden auch die Residualstandardabweichung (s_e) und die P-Werte für die Variablen Wirtschaftsweise und Saison sowie die Wechselwirkung Wirtschaftsweise x Saison angeführt. Die paarweisen Vergleiche wurden mithilfe des Tukey-Tests durchgeführt, Mittelwerte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben weisen in den Ergebnissen auf signifikante Differenzen (P<0,05) hin.

Der Vergleich der GC-Analyse und MIR-Analyse erfolgte mit dem Statistikprogramm STATGRAPHICS® Centurion XVII (Statpoint Technologies, Inc.) mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Pearson. Nach Held (2010)

weist ein Korrelationskoeffizient von über 0,3 auf einen schwachen, über 0,5 auf einen moderaten und über 0,8 auf einen engen Zusammenhang zwischen zwei Variablen hin. Weiters wurde die durchschnittliche Übereinstimmung der Messwerte sowie die Streuung und Lage der individuellen Messwertdifferenzen mit Hilfe der „Bland-Altman-Methode“ analysiert (Grouven et al., 2007). Die Ergebnisse der gaschromatographischen Analysen wurden dabei als „Goldstandard“ angesehen.

Der umfangreiche MIR-Datensatz der Lieferbetriebe (siehe 2.2) wurde mit SAS 9.4 Statistikprogramms (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit einem gemischten Modell und den fixen Effekten Bewirtschaftung (bio versus kon) und Saison (W: Winter bzw. S: Sommer) sowie dem zufälligen genesteten Effekt für Betrieb innerhalb Wirtschaftsweise (Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr) ausgewertet. Die Ergebnisse dazu werden als Least-Square-Means angegeben, zusätzlich werden auch die Residualstandardabweichung (s_e) und die P-Werte für die Variablen Wirtschaftsweise und Saison sowie die Wechselwirkung Wirtschaftsweise x Saison angeführt. Die paarweisen Vergleiche wurden mithilfe des Tukey-Tests durchgeführt, Mittelwerte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen (P<0,05) hin.

3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die gaschromatografisch ermittelten Ergebnisse ausgewählter Fettsäuregruppen für die Effekte Wirtschaftsweise und Saison bzw. die Wechselwirkung aus Wirtschaftsweise x Saison dargestellt. Die Anteile an PUFA, CLA und ω-3-FA lagen in den Proben der Bio-Wiesenmilchbetriebe signifikant über jenen der konventionellen Betriebe. Unabhängig von der Wirtschaftsweise lagen in den Sommermilchproben die CLA-, MUFA- und UFA-Konzentrationen höher als in den Wintermilchproben. Dabei ist zu beachten, dass bei den SFA-, MUFA-, UFA- und CLA-Konzentrationen signifikante Wechselwirkungen zwischen der Wirtschaftsweise und der Saison bestanden: Bei den biologischen Milchproben waren die saisonalen Effekte deutlicher ausgeprägt als bei den konventionellen Proben; die Sommermilchproben der Bio-Betriebe wiesen die höchsten MUFA-, PUFA-, UFA- und CLA-Gehalte auf. Zwischen den konventionellen und biologischen Milchproben zeigten sich in den Sommerfütterungsmonaten größere Differenzen im Fettsäuremuster als in der Winterfütterungsperiode.

Tabelle 1: Anteile an ausgewählten Fettsäuregruppen (GC-Analytik) in der Milch (ausgewählter Praxisbetriebsdatensatz)

Fettsäuren ¹	Wirtschaftsweise (W)		Saison (S)		Saison x Wirtschaftsweise (S x W) ²				s _e	W	P-Wert	
	bio	kon	So	Wi	So bio	So kon	Wi bio	Wi kon			S	W x S
GC-Analytik												
SFA, g/100 g FA	70,4	72,5	70,0	72,9	67,9 ^b	72,1 ^a	73,0 ^a	72,9 ^a	1,08	0,108	<0,001	<0,001
MUFA, g/100 g FA	25,4	23,9	26,0	23,2	27,8 ^a	24,2 ^{ab}	23,0 ^b	23,5 ^b	1,02	0,233	<0,001	0,001
PUFA, g/100 g FA	4,16	3,58	3,98	3,76	4,33 ^a	3,63 ^{bc}	4,00 ^{ab}	3,53 ^c	0,277	0,003	0,088	0,364
UFA, g/100 g FA	29,6	27,4	30,0	27,0	32,1 ^a	27,9 ^b	27,0 ^b	27,0 ^b	1,13	0,092	<0,001	0,001
CLA, g/100 g FA	1,11	0,75	1,07	0,79	1,33 ^a	0,82 ^b	0,90 ^b	0,69 ^b	0,124	0,010	<0,001	0,014
iso FA, g/100 g FA	1,89	1,85	1,86	1,87	1,91	1,81	1,86	1,88	0,111	0,701	0,886	0,241
ω-3-FA, g/100 g FA	1,12	0,81	0,91	1,03	1,05 ^{ab}	0,76 ^b	1,19 ^a	0,86 ^{ab}	0,174	0,043	0,143	0,754
ω-6-FA, g/100 g FA	1,93	2,01	2,00	1,94	1,95	2,05	1,91	1,98	0,110	0,538	0,239	0,772
ω-6/ω-3 Verhältnis	1,75	2,70	2,36	2,10	1,87	2,85	1,64	2,56	0,401	0,071	0,150	0,851

¹ SFA=gesättigte Fettsäuren, MUFA=einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA=mehrfach ungesättigte Fettsäuren, UFA=ungesättigte Fettsäuren, CLA=konjugierte Linolsäure, iso-FA=iso Fettsäuren, ω-3-FA=Omega-3 Fettsäuren, ω-6-FA=Omega-6

² unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen zwischen den Untergruppen (B x T) hin

Tabelle 2: Beziehungen zwischen den Ergebnissen der GC- und MIR-Analytik für die Fettsäuregruppen SFA, MUFA, PUFA und UFA

	arithm. Mittel ^{1,2}		Standardabw. ^{1,2}		lineares Reg. Modell ^{1,2}	P-Wert	r	Standardfehler Schätzung ¹	Mittlerer Absolutfehler ¹
	GC	MIR	GC	MIR					
SFA ²	72,0	68,8	2,42	2,49	SFA-GC = 8,50 + 0,9229*SFA-MIR	<0,001	0,95	0,78	0,66
MUFA ²	24,2	25,7	2,32	1,83	MUFA-GC = -6,85 + 1,2050*MUFA-MIR	<0,001	0,95	0,76	0,65
PUFA ²	3,83	2,87	0,396	0,350	PUFA-GC = 2,00 + 0,6391*PUFA-MIR	0,004	0,57	0,34	0,27
UFA ²	28,0	31,2	2,43	2,49	UFA-GC = -0,81 + 0,9220*UFA-MIR	<0,001	0,95	0,82	0,71

¹ Angaben in g/100g FA

² SFA bzw. SFA-GC oder SFA-MIR = gesättigte Fettsäuren ermittelt mit GC- oder MIR-Analytik; MUFA bzw. MUFA-GC oder MUFA-MIR = einfach ungesättigte Fettsäuren ermittelt mit GC- oder MIR-Analytik; UFA bzw. UFA-GC oder UFA-MIR = ungesättigte Fettsäuren ermittelt mit GC- oder MIR-Analytik

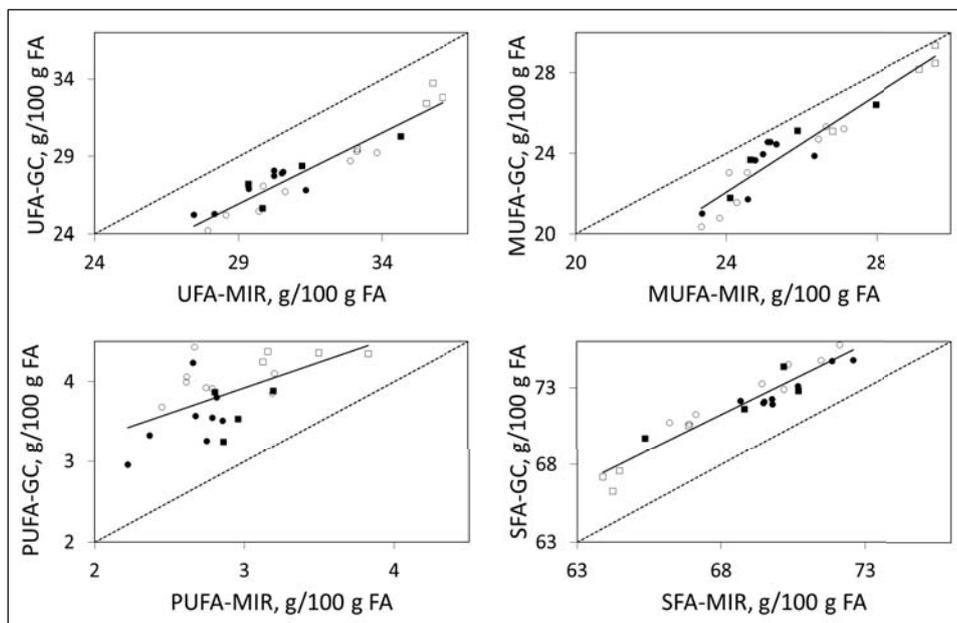


Abbildung 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse aus GC- bzw. MIR-Analytik für die Fettsäuregruppen UFA, MUFA, PUFA und SFA (in g/100 g FA; ●...konventionell Winterfütterung, ○...bio Winterfütterung, ■...konventionell Sommerfütterung, □...bio Sommerfütterung)

Wie die Ergebnisse in Tabelle 2 sowie Abbildung 1 zeigen, ergaben sich für die UFA-, MUFA- und SFA-Konzentrationen hohe Korrelationen (0,95) zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Analysenmethoden. Trotzdem muss im Mittel mit Differenzen und mit systematischen Abweichungen der Messergebnisse gerechnet werden. Bei der MIR-Analytik wurden die UFA-Konzentrationen in allen Proben im Vergleich zu den gaschromatographischen Ergebnissen über- und dementsprechend die SFA-Konzentrationen unterschätzt. Entsprechend der Bland-Altman Analyse lagen in durchschnittlich 95 % der Fälle die Konzentrationen nach der MIR-Analytik bei den UFA um 1,6 bis 4,9 % absolut höher und dementsprechend in der SFA-Konzentration um 1,6 bis 4,9 % tiefer als jene nach der GC-Analytik. In der MUFA-Konzentration wurden im Mittel höhere MIR-Werte festgestellt, wobei die Methodendifferenzen bei den MUFA bei abnehmenden MUFA-Gehalten in der Milch zunahmen. 95 % der Daten wichen in den MUFA-Konzentrationen, analysiert mit der MIR-Analytik, im Bereich von 3,20 bis -0,06 g/100 g FA von den Ergebnissen der GC-Analytik ab. Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren lag demgegenüber der Korrelationskoeffizient mit 0,57 deutlich tiefer. Alle ausgewiesenen Werte der MIR-Schnellanalyse waren geringer als jene der GC-Analyse. 95 % der Messwertpaare zeigten eine absolute Differenz zwischen den Methoden

von -0,27 bis -1,67 g/100 g FA bzw. wichen relativ zwischen 9,5 und 40,4 % negativ von den GC-Analysergebnissen ab.

Die MIR-Ergebnisse zu den Milchinhaltstoffen und der Fettsäurezusammensetzung sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Mit Ausnahme von Fett, Milchwahstoff und Laktosegehalt zeigte sich bei allen Parametern eine signifikante Wechselwirkung zwischen Wirtschaftsweise (Bio-Wiesmilch bzw. konventionell-gentechnikfrei) und Saison (Sommer- bzw. Winterfütterungssituation). Die Bio-Betriebe lieferten sowohl im Sommer als auch im Winter eine Milch mit geringerem Fett- und Eiweißgehalt, wobei die Differenzen zwischen den

Wirtschaftsweisen im Winter deutlicher als im Sommer ausgeprägt waren. Der Milchwahstoffgehalt war bei beiden Wirtschaftsweisen im Sommer etwas höher als im Winter, wobei in der Milch der konventionellen Betriebe im Mittel höhere Harnstoffgehalte festgestellt wurden. Auch bei allen mit der MIR-Analytik ermittelten Fettsäuregruppenkonzentrationen (UFA, MUFA, PUFA und SFA) waren die Differenzen zwischen den Wirtschaftsweisen in der Sommerfütterungssituation stärker ausgeprägt als bei Winterfütterung. Die Fettsäurezusammensetzung differierte zwischen den Saisonen (Sommer, Winter) bei biologisch wirtschaftenden deutlicher als bei den konventionellen Betrieben. Es zeigte sich bei keinem untersuchten Parameter diesbezüglich jedoch in den Faktorkombinationen (W x S) eine Effektkumkehr. Für die Milchproben der biologisch wirtschaftenden Betriebe ergaben sich sowohl bei der Sommer- als auch bei der Winterfütterungssituation signifikant geringere Konzentrationen an SFA bzw. signifikant höhere Konzentrationen an UFA als in den entsprechenden konventionellen Untergruppen. In den über die MIR-Schnellmethode ermittelten Konzentrationen an PUFA lagen die Bio-Betriebe sowohl in der Sommer- (3,5 g/100 g FA) als auch in der Winterfütterungssituation (3,3 g) über jenen der konventionellen Betriebe, welche im Mittel bei 3,2 g/100 g FA lagen. In der Sommerfütterungssituation

Tabelle 3: Milchinhaltsstoffe und Fettsäurekonzentration gemessen mit der MIR-Analyse für die biologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Lieferbetriebe bei Sommer bzw. Winterfütterung (n=1966)

	Wirtschaftsweise (W)		Saison (S)		Saison x Wirtschaftsweise (S x W)				s _e	P-Werte		
	bio	kon	So	Wi	So bio	So kon	Wi bio	Wi kon		W	S	S x W
Fett, %	4,18	4,35	4,13	4,40	4,05 ^d	4,20 ^c	4,31 ^b	4,50 ^a	0,229	<0,001	<0,001	0,118
Eiweiß, %	3,31	3,47	3,33	3,45	3,27 ^d	3,40 ^b	3,35 ^c	3,54 ^a	0,148	<0,001	<0,001	<0,001
Laktose, %	4,84	4,86	4,87	4,83	4,86 ^b	4,88 ^a	4,83 ^c	4,84 ^c	0,062	0,004	<0,001	0,053
Harnstoff, mg/100 ml	22	24	24	22	23 ^b	26 ^a	22 ^c	23 ^b	5,410	<0,001	<0,001	0,282
SFA, g/100 g FA	66,1	67,8	65,3	68,6	64,2 ^d	66,3 ^c	68,0 ^b	69,2 ^a	2,39	<0,001	<0,001	0,002
MUFA, g/100 g FA	26,7	25,8	27,6	24,9	28,2 ^a	27,0 ^b	25,2 ^c	24,6 ^d	1,82	<0,001	<0,001	0,008
PUFA, g/100 g FA	3,4	3,2	3,4	3,2	3,5 ^a	3,2 ^c	3,3 ^b	3,2 ^d	0,30	<0,001	<0,001	0,021
UFA, g/100 g FA	33,9	32,2	34,7	31,4	35,8 ^a	33,7 ^b	32,0 ^c	30,8 ^d	2,39	<0,001	<0,001	0,002

lagen jeweils 5 % der Betriebe in der UFA-Konzentration unter 31,1 g/100 g FA, in der MUFA-Konzentration unter 24,5 g/100 g FA und in der PUFA-Konzentration unter 2,8 g/100 g FA. Würde man in der Sommerfütterungssituation bei jeder der oben angeführten Fettsäuregruppen diesen „5 %-Grenzwert“ bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben anwenden, dann würden 7,7 % der Betriebe zumindest bei einer Fettsäuregruppe den jeweiligen Grenzwert, 3,4 % der Betriebe zumindest bei zwei Fettsäuregruppen bzw. 1,3 % der Betriebe bei allen drei FA-Gruppen (UFA, MUFA und PUFA) den jeweiligen oben angeführten Grenzwert unterschreiten.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Fettsäuremuster wurden signifikante Unterschiede zwischen den Wirtschaftswesen (Bio-Wiesenschmilch und konventionelle gentechnikfreie Milch) und den Saisonen (Sommer- bzw. Winterfütterungssituation) festgestellt. Es zeigte sich bei den gaschromatographisch ermittelten UFA-, MUFA- und CLA-Konzentrationen eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Haupteffekten „Wirtschaftsweise“ und „Saison“, wobei diese Wechselwirkung jedoch nicht über eine Effekturnkehr in den Untergruppen zustande kam. Die Differenzen im Fettsäuregehalt zwischen der Milch der Bio-Wiesenschmilchbetriebe und jener der konventionellen Betriebe waren jedoch im Sommer stärker ausgeprägt als im Winter und der saisonal bedingte Unterschied in den Gehalten an UFA, MUFA und CLA war bei den Bio-Wiesenschmilchproben wesentlich höher als bei den konventionellen Milchproben. Unabhängig von der Güte der MIR-Fettsäureanalytik (siehe unten) zeigten sich diese Wechselwirkungseffekte auch in den MIR-Datensätzen (Feldproben bzw. Lieferbetriebsproben). Diese Unterschiede im Fettsäuremuster können vorwiegend auf die Rationsparameter zurückgeführt werden. Nach Hanuš et al. (2018) beeinflussen die Fütterung bzw. die Fettsäuregehalte der Ration das Milchfettsäuremuster mit rund 55 % am deutlichsten. Weiters können aber auch Tier- (Genetik, Laktationsstadium, Milchleistungsniveau usw.) sowie weitere Umwelteinflüsse (bspw. Höhenlage) auftreten (Kalač und Samková, 2010; Jensen, 2002; Adamska et al., 2016). Bio-Wiesenschmilchbetriebe müssen in der Bewirtschaftung und vor allem in der Fütterung besondere Richtlinien einhalten. Dazu zählt sowohl die Weideverpflichtung in der Vegetationsperiode als auch die Begrenzung von Futtermitteln aus Ackerkulturen (Getreide, Maissilage etc.). Daten von Scherzer (2019) sowie die Ergebnisse von Arbeitskreisbetrieben (BMNT, 2019) lassen auf Bio-Wiesenschmilchbetrieben im Durchschnitt einen geringeren Einsatz von Kraftfutter und

Maissilage sowie einen höheren Weide- und Grünfütteranteil in der Ration im Vergleich zu konventionellen Betrieben erwarten. Bei weide- oder grünfütterbasierter Fütterung wurden in zahlreichen Versuchen hohe UFA-, MUFA-, PUFA- und CLA- sowie geringe SFA-Konzentrationen in der Milch festgestellt (White et al., 2001; Elgersma et al., 2006; Bellof et al., 2013; Kindler et al., 2019; Scherzer et al., 2019). Mit steigenden Rationsanteilen an Kraftfutter oder Maissilage muss insbesondere mit einem Rückgang der PUFA- und CLA-Konzentrationen in der Milch gerechnet werden (Butler et al., 2008; Schulz et al., 2018). Sowohl bei den konventionellen als auch bei den biologisch wirtschaftenden Betrieben wurden signifikante Saisoneffekte (Sommer- bzw. Winterfütterung) festgestellt. Für beide Wirtschaftswesen wurden in der Sommerfütterungssituation höhere Gehalte an UFA, MUFA und CLA ermittelt. Zu den signifikanten Wechselwirkungen (Wirtschaftsweise x Saison) kam es deshalb, weil der Saisoneffekt bei den Bio-Betrieben diesbezüglich deutlicher als bei den konventionellen Betrieben ausgeprägt war. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich bei biologischer Wirtschaftsweise die Sommerfütterungsbedingungen deutlicher von jenen des Winters unterscheiden als auf den konventionellen Betrieben. Aber auch auf den untersuchten konventionell wirtschaftenden Betrieben muss von beachtenswerten Rationsänderungen im Jahresverlauf (z.B. Maissilageanteil im Sommer geringer; Grünfütterung bzw. Weidehaltung häufiger) ausgegangen werden (Scherzer, 2019).

Die Fettsäure-Bestimmung mittels Mid-Infrarot-Spektroskopie (MIRS) ist bei mengenmäßig dominierenden Fettsäuregruppen (z.B. UFA) und auch bei einigen individuellen Fettsäuren (z.B. C12:0; c9-C18:1) als robust und präzise einzustufen, die Genauigkeit nimmt jedoch insbesondere bei Fettsäuren bzw. FA-Gruppen ab, welche in niedrigeren Konzentrationen in der Milch vorliegen (Soyeurt et al., 2006, 2011; De Marchi et al., 2011). Entsprechend dem hohen Korrelationskoeffizienten von 0,95 stimmten die vorliegenden MIR-Analyseergebnisse hinsichtlich der Konzentrationen an ungesättigten (UFA) bzw. gesättigten Fettsäuren (SFA) mit den jeweiligen Ergebnissen der GC-Analysen sehr gut überein. Es zeigte sich jedoch eine systematische Abweichung, bei Anwendung der MIR-Analyse wurden die UFA-Konzentrationen bei allen Proben und in jedem Konzentrationsbereich in vergleichbarem Ausmaß leicht überschätzt. Auch für die MUFA-Konzentrationen zeigte sich ein hoher Korrelationskoeffizient von 0,95. Es wurden aber auch hier systematische Abweichungen zwischen den MIR- und GC-Ergebnissen festgestellt, wobei diese im niedrigeren

Konzentrationsbereich stärker als im hohen Konzentrationsbereich ausgeprägt waren. Demgegenüber zeigte sich für die in der Milch in geringeren Konzentrationen vorkommenden PUFA mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,57 nur ein moderater Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Analysemethoden. Bei MIR-Analytik wurden bei allen Proben geringere PUFA-Konzentrationen als bei der GC-Analyse ausgewiesen. Darüber hinaus wurden auch größere Streuungen festgestellt, entsprechend der Bland-Altman-Methode wichen 95 % der MIR-Ergebnisse zwischen 9,5 % und 40,4 % negativ von den GC-Ergebnissen ab. Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit Literaturangaben (Soyeurt et al., 2006, 2011; Rutten et al., 2009; De Marchi et al., 2011), wonach die Genauigkeit und Robustheit der MIR-Fettsäurebestimmung bei Fettsäuren bzw. Fettsäuregruppen, die in geringeren Konzentrationen in der Milch vorkommen, derzeit noch begrenzt ist. In diesem Fall erlauben die Ergebnisse nur eine grobe Identifikation hoher und niedriger Fettsäurekonzentrationen in der Milch.

Schlussfolgerungen

Durch die Fütterung wird das Fettsäuremuster der Milch wesentlich beeinflusst. Sowohl bei konventioneller als auch biologischer Wirtschaftsweise zeigten sich signifikante Differenzen in der Fettsäurekonzentration zwischen der Sommer- und Winterfütterungssituation, wobei diese bei biologischer Wirtschaftsweise stärker als bei konventioneller ausgeprägt waren. Im Vergleich zu den konventionellen Betrieben wies die Milch der biologisch wirtschaftenden Betriebe höhere PUFA-, CLA- und ω -3-FA-Konzentrationen auf. Für beide Wirtschaftswesen waren in den Sommermilchproben die CLA-, MUFA- und UFA-Konzentrationen höher als in den Wintermilchproben.

Über die MilkoScan FT6000 ermittelten MIR-Fettsäuregehalte kann die Konzentration an ungesättigten bzw. gesättigten Fettsäuren (UFA bzw. SFA) sowie an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) in der Milch gut abgeschätzt werden. Die trotzdem bestehenden systematischen Abweichungen der MIR-Ergebnisse sollten über optimierte Kalibrierungen verringert werden. Die ausgewiesenen MIR-PUFA-Tankmilchergebnisse erlauben im Vergleich zur GC-Analyse auf Grund der nur moderaten Korrelation und großen Streuung, nur eine sehr grobe Identifikation hoher und niedriger PUFA-Konzentrationen in Tankmilchproben von Betrieben.

Literatur

- Adamska, A., Rutkowska, J. and W. Przybylski (2016): Comparison of fatty acid composition of milk from Simmental and Polish Holstein-Friesian cows in different production seasons. *Annals of Animal Science* 16, 1211–1225.
- Arge Biowiesenmilch (o.J.): <https://www.biowiesenmilch.at>. Besucht am 9. September 2019.
- Bellof, G., Ferber, P. und E. Schmidt (2013): Zur Fettsäurezusammensetzung der Kuhmilch in Abhängigkeit von Weidehaltung sowie konventioneller oder ökologischer Wirtschaftsweise. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Bonn, 504–507.
- BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Hrsg) (2019): Milchproduktion 2018. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. Bericht BMNT, 38 S.
- Butler, G., Nielsen, J.H., Slots, T., Seal, C., Eyre, M.D., Sanderson, R. and C. Leifert (2008): Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88, 1431–1441.
- DGF (Hrsg), (2006): Methode C-VI 11 (98) - Fettsäuremethylester (TMSH Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 2. Auflage, Stuttgart.
- De Marchi, M., Penasa, M., Cecchinato, A., Mele, M., Secchiari, P. and G. Bittante (2011): Effectiveness of mid-infrared spectroscopy to predict fatty acid composition of Brown Swiss bovine milk. *Animal* 5, 1653–1658.
- De Marchi, M., Toffanin, V., Cassandro, M. and M. Penasa (2014): Invited review: Mid-infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits. *Journal of Dairy Science* 97, 1171–1186.
- Elgersma, A., Tamminga, S. and G. Ellen (2006): Modifying milk composition through forage – Review. *Animal Feed Science and Technology* 131, 207–225.
- Folch, J., Lees, M. and G.H.S. Stanley (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497–509.
- Grouven, U., Bender, R., Ziegler, A. und S. Lange (2007): Vergleich von Messmethoden. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 132, e69–e73.
- Hanuš, O., Samková, E., Křížová, L., Hasonová, L. and R. Kala (2018): Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability – A Review. *Molecules* 23. <http://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1636/htm>. Besucht am 20. Juli 2018.
- Held, U., (2010): Tücken von Korrelationen: Die Korrelationskoeffizienten von Pearson und Spearman. *Swiss Medical Forum* 10, 652–653.
- Hoffmann, A., Görlich, S., Steingass, H., Terry, H., Schollenberger, M., Hartung, K. und R. Mosenthin (2016): Milk production and milk fatty acids in dairy cows fed crushed rapeseed or rapeseed oil. *Livestock Science* 190, 31–34.
- Jensen, R.G. (2002): Invited Review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science* 85, 295–350.
- Kalač, P. and E. Samková (2010): The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science* 55, 521–537.
- Kiendler, S., Gruber, L., Terler, G., Velik, M., Eingang, D., Schauer, A. und M. Royer (2019): Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Futterwert, Futteraufnahme und Milchleistung. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10–11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 97–109.
- Rutten, M.J.M., Bovenhuis, H., Hettinga, K.A., van Valenberg, H.J.F. and J.A.M. van Arendonk (2009): Predicting bovine milk fat composition using infrared spectroscopy based on milk samples collected in winter and summer. *Journal of Dairy Science* 92, 6202–6209.
- Schulz, F., Westreicher-Kristen, E., Molzentin, J., Knappstein, K. and A. Susenbeth (2018): Effect of replacing maize silage with red clover silage in the diet on milk fatty acid composition in cows. *Journal of Dairy Science* 101, 1–12.

- Soyeurt, H., Dehareng, F., Gengler, N., McParland, S., Wall, E., Berry, D.P., Coffey, M. and P. Dardenne (2011): Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *Journal of Dairy Science* 94, 1657–1667.
- Scherzer, E. (2019): Einfluss der Fütterung von Kühen auf das Fettsäuremuster der Milch – Versuchs- und Praxisergebnisse. Masterarbeit Universität für Bodenkultur. 104 S.
- Scherzer, E., Steinwider, A., Starz, W., Rohrer, H., Pfister, R., Velik, M. und W. Zollitsch (2019): Einfluss von Vollweide- oder Grassilagefütterung von Kühen auf das Fettsäuremuster der Milch. *Züchtungskunde* (in Begutachtung).
- Soyeurt, H., Dardenne, P., Dehareng, F., Lognay, G., Veselko, D., Marlier, M., Bertozzi, C., Mayeres, P. and N. Gengler (2006): Estimating fatty acid content in cow milk using mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science* 89, 3690–3695.
- Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (ABl. L 189 vom 20.7.2007).
- Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle (ABl. L 250 vom 18.9.2008).
- White, S.L., Bertrand, J.A., Wade, M.R., Washburn, S.P., Green, J.T. and T.C. Jenkins (2001): Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 84, 2295–2301.

Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh

Andreas Steinwider^{1*} und Sylvia Schindecker²

Zusammenfassung

Die kleinstrukturierte Berg-Milchviehhaltung steht vor großen Herausforderungen. Die ökonomische Situation ist angespannt und geforderte Umbaumaßnahmen in Richtung ganzjähriger Laufstall- bzw. Auslaufstallsysteme verschärfen den Druck auf viele Betriebe und schaffen Verunsicherungen. Im eingereichten EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ werden innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe entwickelt, umfassend evaluiert und dokumentiert. Darüber hinaus werden aber auch alternative Betriebsentwicklungsstrategien bei Aufgabe der Berg-Milchviehhaltung erarbeitet. Das Projekt soll einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der kleinbäuerlichen Betriebe im benachteiligten Gebiet leisten, um die Multifunktionalität der Berglandwirtschaft zu erhalten.

Summary

The smallholder mountain dairy farming is facing great challenges. The economic situation is stretched and is exacerbated by legal requirements to convert to loose-housing or outlet-stall-systems, creating an unfavourable economic situation and uncertainty in general. In the submitted EIP project “Berg-Milchvieh”, innovative barn conversion solutions are developed, comprehensively evaluated and documented especially for small mountain farms. In addition, alternative farm development strategies for mountain dairy farms will also be developed. The project is intended to make an important contribution to support mountain farms in disadvantaged areas in order to preserve the multifunctionality of mountain farming.

Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh

Einleitung und Problemstellung

Die Themen Kombinations-, Laufstall-, Auslauf- und Weidehaltung beschäftigen derzeit sowohl biologische als auch konventionelle Milchviehbetriebe. Lebensmitteleinzelhandelsmarken zahlen Milchzuschläge nur mehr für Milch aus Laufstall- oder Auslaufstallsystemen bzw. werden dazu Umstellungsfristen diskutiert. Vor allem im Berggebiet (Hanglage, kleine Betriebsgrößen etc.) setzen derzeit traditionellerweise viele Betriebe auf Kombinationshaltung (Weide+Auslauf+vorübergehende Anbindehaltung) und stehen auf Grund der Marktsignale sowie den betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten vor sehr großen Herausforderungen. Die österreichische Berglandwirtschaft ist kleinstrukturiert. Laut Grünem Bericht (2018) hält

beispielsweise jeder Biobetrieb durchschnittlich 18,5 Milchkühe und jeder konventionelle Betrieb 22,9 Milchkühe. Rund 50 % der Biobetriebe halten ihre Milchkühe in Kombinationshaltung (Weide+Auslauf+vorübergehende Anbindehaltung; Quelle Bio-Austria, 2018).

In den Berggebieten der westlichen Bundesländer wird diese Haltungsform auf bis zu 80 % der Biobetriebe praktiziert. *Tabelle 1* zeigt beispielhaft aktuelle Daten von zwei Molkereien zur Milchviehhaltung auf Biobetrieben im Berggebiet. Von den 1.635 Betrieben halten derzeit 55 % die Kühe im Kombinationssystem. Der Großteil der Kombinationshaltungsbetriebe liegt in extremen Bergregionen mit kleinen Betriebsstrukturen. Vergleichbare Situationen finden wir auch in anderen Grünland-Bergregionen Österreichs, dabei ist zu bedenken, dass rund 70 % der in Österreich produzierten Milch aus dem Berggebiet stammt.

Die Verunsicherung ist hoch - Umbaulösungen sind besonders am Berg kostspielig, müssen gut durchdacht werden

Tabelle 1: Haltungssysteme auf den Bio-ZZU-Betrieben der Obersteirischen Molkerei (Quelle: OM 2018) bzw. den Bio-Berglandmilch-Berggebietsbetrieben (Quelle: Berglandmilch 2018)

	Obersteirische Molkerei (Bio-ZZU)		Berglandmilch (Bio im Berggebiet)		beide Regionen Kombinationshaltung % der Betriebe
	Kombinationsh. Betriebe, N	Laufstallhaltung Betriebe, N	Kombinationsh. Betriebe, N	Laufstallhaltung Betriebe, N	
Kühe 0-10	107	15	335	56	86 %
Kühe 11-15	87	26	187	103	68 %
Kühe 16-20	38	50	93	124	43 %
Kühe 21-30	16	73	32	159	17 %
Kühe über 30	2	28	4	100	4 %
Gesamtsumme	250	192	651	542	55 %

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Landwirtschaftskammer Österreich, Schaufelgasse 5, A-1014 Wien

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

und benötigen darüber hinaus auch betriebsindividuelle Lösungsansätze. Stallbauunternehmen haben für diese kleinen Betriebe zumeist keine passenden und kostengünstigen Lösungen bzw. können diese nicht bedienen. Auf Seite der Beratungs- und Bildungsorganisationen lastet ein großer Druck und es müssen innovative Lösungen gemeinsam mit Praxis, Beratung und Forschung erarbeitet werden. Dabei gilt es auch Nachhaltigkeitskriterien sowie das Tierwohl- als auch das Emissionsrisikopotenzial zu beachten. Auch der Ausstieg aus der Milchviehhaltung ist ein bedeutendes Thema und muss, zur Absicherung der Bewirtschaftung bzw. der Betriebe, gut überlegt und begleitet werden.

EIP-Projektantrag „Berg-Milchvieh“

Bezug nehmend auf die EIP-Ausschreibung (LE 2020) wurde im Herbst 2018 (1. Stufe) bzw. im Jänner 2019 (2. Stufe) zum Ausschreibungsleitthema „Entwicklung und Testung von Lösungsansätzen zur Verbesserung der Tierhaltung“ ein Projektantrag mit dreijähriger Laufzeit (1. Juni 2019 bis 31. Mai 2022) bei der Förderstelle des BMNT eingereicht. Die operationelle Gruppe des Projektes setzt sich zusammen aus: 1.) LandwirtInnen (STMK, T, SB), 2.) LK-Österreich – Projektleadpartner, 3.) LK-Länder (V, T, SB, STMK, K, OÖ, NÖ; – Bauberatung, Betriebswirtschaftsberatung, Grünlandberatung und Bioberatung sowie Bildung), 4.) Bio Austria (Ö) und Bio-Austria Vereine betroffener Bundesländer (SB, STMK, NÖ/W, T; – Grünlandberatung bzw. Bildung), 5.) ÖKL (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung), 6.) Molkereien (Obersteirische Molkerei und Tirol-Milch „Bergland“).

Als strategische Partner und Dienstleister wirken 1.) Raumberg-Gumpenstein – Research & Development, 2.) Universität für Bodenkultur (Department Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik) und 3.) LW-Pilotbetriebe in den Regionen mit. Ergänzend wird es auch einen Austausch mit Stakeholdern (VÖM, LM-Handel, AMA, Universitäten, BMNT etc.) zu den Projektergebnissen sowie eine entsprechende Ergebnism Umsetzung in Zusammenarbeit mit regionalen Bildungsträgern geben. Darüber hinaus ist auch ein Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein - mit weiterführenden wissenschaftlichen Untersuchungen zur Kombinationstierhaltung - vorgesehen.

Ein wesentliches Ziel des Projektes ist die detaillierte Dokumentation

und Evaluierung innovativer baulicher Lösungen von Milchviehbetrieben in extremen Berglagen in Österreich. Dabei werden Baumaßnahmen, Kosten, Tierwohl- und Emissionsrisiko-Potenziale dokumentiert bzw. Nachhaltigkeitskriterien evaluiert. Es sollen auch bauliche Alternativen zur klassischen Laufstallhaltung erarbeitet und beurteilt werden. Die Ergebnisse daraus werden in einer Baubroschüre mit Betriebsbeispielen bzw. auf bestehenden Homepage-Plattformen (ÖKL, LK, HBLFA) zusammengefasst werden. Es werden aber auch mögliche alternative Betriebsentwicklungsstrategien (Aufgabe der Milchviehhaltung, Aufbau zusätzlicher/anderer Betriebszweige) beschrieben und in Form einer Broschüre bzw. Homepage-Infos für die LandwirtInnen zusammengefasst. Für die Zielgruppe der BeraterInnen werden Beratungstools (Folien, Vorträge, Bildmaterial, Broschüren, Pilot- und Exkursionsbetriebe) zur Verfügung gestellt. Bereits in der Projektlaufzeit wird aus Gründen der Aktualität auf einen Wissenstransfer über Bildungsmaßnahmen, die das vorliegende Projekt ergänzen (LFI etc.), besonders Wert gelegt. Es werden in den betroffenen österreichischen Regionen dazu Schulungen, Seminare, Vorträge stattfinden. Ein Austausch der Projektergebnisse mit Stakeholdern, diversen Partnern entlang der Lebensmittel-Wertschöpfungskette, der Beratung und Forschung ist ebenfalls vorgesehen. Damit soll ein Konsens über die erarbeiteten Lösungen zwischen den Partnern der Wertschöpfungskette erreicht werden.

Das Projekt gliedert sich in 4 Arbeitspakete (AP) mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Aktivitäten. Neben AP1 (Projektmanagement) und AP4 (Wissenstransfer, Beratungstools, Öffentlichkeitsarbeit) liegt zu Projektbeginn der Fokus vorerst auf den inhaltlichen Aspekten betreffend innovative Baulösungen (AP2) und alternativer

Tabelle 1: Übersicht über Arbeitspakete, Schwerpunkte, Ziele, Methoden und Ergebnisse im Projekt

AP	Aktivitäten/Schwerpunkte/Ziele	Methoden/Ergebnisse
1	1. Projekt-, Kostenmanagement, Reporting	Projektleitung Koordination, Kostenrechnung, Dokumentation, Kontrolle, Berichte etc.
	2. Innovative Baulösungen	Erfassung und Entwicklung sowie Bewertung von zumindest 30 innovativen Baulösungen für Milchviehbetriebe am Berg
	2.1 Lernen aus umgesetzten innovativen Baulösungen am Berg	Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren Baulösung / Kosten / Tiergerechtigkeit / Umweltwirkung → Austausch der Ergebnisse → Basis für Beratungstools
	2.2 Gemeinsame Entwicklung innovativer Lösungen	Fachaustausch /Zusammenarbeit/Entwicklung Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
2	2.3 Bewertung Tiergerechtheits- und Emissionsrisiko-Potenzial bzw. Nachhaltigkeit	Methodik/Systemevaluierung/Fachaustausch/Empfehlungen Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren/Empfehlungen ableiten → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	2.4 Baukosten u. BW-Kennzahlen der innovativen Baulösungen	Fachaustausch /Entwicklung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	3. Alternative Konzepte in der Betriebsentwicklung am Berg	Erfassung und Entwicklung und Bewertung - Infoplattform sowie zumindest 10 alternative Betriebsentwicklungsbeispiele
3	3.1 Vorhandene Infoquellen/Beratungstools	Erfassung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	3.2 Betriebsbeispiele	Erfassung/Evaluierung/Entwicklung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
4	4. Ergebnisse, Wissenstransfer und Beratungstools (Innovationsbroschüren, aktuelle Basisdaten, Foliensätze, Pilotbetriebe, Exkursionsbetriebe, Fachtagung, Schulungen, Homepage, Stakeholder-Workshops etc.)	Innovationen für Praxis und Beratung, Vernetzung von wesentlichen Akteuren, Basisdaten für Entwicklungen; Abschlusstagung, Beratungstools, Schulungen für BeraterInnen; Im Projektverlauf bzw. nach Projektphase – Zusammenarbeit mit Bildungsträgern / Infos für die Praxis

Betriebsentwicklungsstrategien (AP3). Es werden folgende methodischen Ansätze verfolgt:

- **Lernen von innovativen LandwirtInnen:** Innovative Haltungssysteme bzw. Betriebsentwicklungsstrategien im Berggebiet werden gesammelt, evaluiert und einheitlich dokumentiert;
- **Gemeinsam Neues entwickeln und Betriebe begleiten:** Neue Zu-, Umbau- und Auslaufösungen werden regionsübergreifend – im Austausch von Praxis-Beratung-Forschung – diskutiert, entwickelt, evaluiert und einheitlich dokumentiert;
- **Tierwohl- und Emissionsrisiko sowie Nachhaltigkeit bewerten:** Die innovativen Haltungssysteme auf Berg-Milchviehbetrieben werden hinsichtlich „Tierwohlpotenzial“, „Emissionswirkungspotenzial“ und ausgewählten „Nachhaltigkeitskriterien“ beurteilt und kritische Punkte (keine Fehlermultiplikation) diskutiert;
- **Wirtschaftlichkeit prüfen:** Basisdaten zu Baukosten werden wesentlich erweitert; Die umgesetzten, alternativen Bau- und Auslaufösungen werden hinsichtlich wirtschaftlicher Kriterien einheitlich bewertet; Kritische Grenzen aus wirtschaftlicher Sicht werden erarbeitet;
- **Alternative Betriebsentwicklungen aufzeigen:** Ein möglicher Ausstieg aus der Milchproduktion wird für eine Vielzahl von Betrieben eine mögliche Option darstellen. Um die Betriebe in der nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung zu halten, werden alternative Betriebsstrategien erarbeitet bzw. bestehende Informationen dazu genutzt und gebündelt;
- **Austausch mit Stakeholdern, Partnern entlang der Lebensmittel-Wertschöpfungskette, Beratung, Forschung und Praxis:** In der Projektphase werden die Ergebnisse auch mit den nicht beteiligten Verarbeitungsbetrieben, dem Lebensmitteleinzelhandel, Fachkollegen von Universitäten, Vermarktungsorganisationen, Beratung und Praxis diskutiert;
- **Beratungstools und Infos - Nachprojektphase:** Alle einheitlich und gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse werden über eine umfassende Broschüren, Homepage-Plattformen, Fachbeiträgen in landwirtschaftlichen Medien an die Praxis weitergegeben. Für die Beratung und Forschung stehen entsprechende Beratungs- und Betriebsentwicklungstools (Folien, Vorträge, Exkursionsbetriebsnetzwerk, Web-Applikationen etc.) nach Projektende zur Verfügung und es werden Basisdaten für Agrarpolitik und Gestaltung bereitgestellt;
- **Unterstützung in der Diskussion:** Die aktuellen Daten und Ergebnisse sollen einen wertvollen Beitrag zur fachlichen Diskussion zu Fragen der Berglandwirtschaft leisten.

Einfacher Laufstallbau - Erfahrungen aus der Beratungspraxis

Franz Promegger^{1*}

In den letzten Jahren gewann das Thema Laufstall zunehmend an Bedeutung. Waren bis es bis vor einigen Jahren hauptsächlich große oder innovative Betriebe die ihre Haltungsform geändert haben, so ist mittlerweile dieses Thema beim sprichwörtlich „hintersten Bauern“ angelangt. Mit dazu beigetragen haben natürlich auch gestiegene Anforderungen von Konsumenten und die verschärften Qualitätsprogramme der Handelsmarken. Betroffen von dieser Entwicklung sind sowohl konventionelle als auch biologisch wirtschaftende Betriebe, wobei der Druck im Biobereich noch stärker auftritt.

Grundsätzlich ist diese Entwicklung nicht zu verteufeln, richtig betriebene Laufstallhaltung ist in den Bereichen Tierwohl, Leistung und Arbeitswirtschaft der Anbindehaltung klar überlegen. Problematisch wird die Frage im Bereich der Investitionskosten und der damit verbundenen Wirtschaftlichkeit. Für Betriebe in Gunstlagen mit mittleren bis großen Tierzahlen ist ein Umstieg im Regelfall finanziell schaffbar, verteilen sich die hohen Kosten eines Stallbaues doch auf viele Kuhplätze.

Anders im Berggebiet. Hier sind viele kleine Milchviehbetriebe beheimatet, mit Tierbeständen zwischen fünf und zwanzig Stück Vieh. Spricht man mit diesen Landwirten, so zeigt sich oft Resignation. „Bevor Ich Laufstall bau, hör ich auf!“, „Wie soll sich sowas jemals rentieren?“. Eigentlich nicht verwunderlich, angesichts der oftmals präsentierten topmodernen, vollausgestatteten aber auch sehr teuren Stallneubauten, die gerne in Fachmedien, an „Tag der offenen Türen“ oder von Stallbauunternehmen präsentiert werden.

In Salzburg hat sich neben der Bauberatung durch die Landwirtschaftskammer und diverser Bauunternehmen auch die Beratung von Bio Austria verstärkt der Laufstallbauberatung gewidmet. Besonders für kleine Betriebe, mit schwierigen Gegebenheiten wird versucht, individuelle, wirtschaftlich vertretbare Lösungen zu finden.

Der möblierte Auslauf

Ein mögliches Konzept für günstiges Bauen besteht in der Ausgestaltung und Aufwertung von bestehenden Auslaufflächen. Auf Bio-Betrieben mit Anbindehaltung ist Auslauf im Winter verpflichtend vorgeschrieben und daher Auslaufflächen oftmals bereits vorhanden. Andernfalls kann ein Auslauf bei entsprechendem Platz auch neu errichtet werden. Diese Auslaufflächen werden mittels Liegeboxen, Tränken und Heuraufen „möbliert“. Schrittweise kann dadurch die Zeit die die Tiere im Auslauf verbringen erhöht werden, bis in der höchsten Ausbaustufe der Auslauf alle Funktionen eines „Freiluft-Laufstalles“ erfüllt und die Tiere auch dauerhaft im Auslauf bleiben können. Altgebäude bleiben im Regelfall unverändert bestehen, die vorhandenen Anbin-



Abbildung 1: „Freiluft-Laufställe“ eignen sich auch für Bergregionen mit strengen Wintern. Rinder kommen mit Kälte besser zurecht als mit Hitze. Foto: Promegger



Abbildung 2: Ein möblierter Auslauf mit Strohlager über den Liegeboxen. Foto: Promegger

destände werden als Melkstand verwendet. Auch dienen die Altstallungen als Reserveställe, für widrige Witterungen. Entmistet wird mittels Traktors, Hoftrac oder auch händisch. Es bietet sich an, neugebaute Auslaufflächen zu unterkellern und als Güllegrube zu nutzen. Aus Tierwohl-Sicht sind solche Ställe als sehr gut zu bewerten, solange alle grundlegenden Anforderungen einer artgerechten Tierhaltung erfüllt werden. Ausreichend Platz für Bewegung, genügend Licht und Luft, Zugang zu Wasser und Futter und bequeme, witterungsgeschützte Liegeflächen. Herausforderungen bestehen in der täglichen Arbeit durch die Bewirtschafter, welche ähnlich wie die Tiere, auch der Witterungseinflüssen

¹ Bio Austria Salzburg, Beratung Landwirtschaft, Schwarzstraße 19, A-5020 Salzburg

* Ansprechpartner: Franz Promegger, franz.promegger@bio-austria.at

wie Kälte und Nässe ausgesetzt sind.



Abbildung 3: Eine Heuraufe, welche direkt vom Heulager aus bestückt werden kann. Foto: Promegger

Praxisbeispiel Widholzgut

Familie Kirchner hat am Widholzgut bereits in den 90er Jahren einen „Freiluft-Laufstall“ errichtet. An den bestehenden Anbindestall wurde ein großer, befestigter Auslauf angebaut. Auf diesem wurde mit viel Eigenleistung eine überdachte Liegeboxenreihe für acht Kühe errichtet. Weiters wurde eine Raufe an der Außenseite des Auslaufes errichtet, welche mit dem Traktor bestückt werden kann und eine Heuraufe die über die Tenne mit Heu befüllt wird. Ein Wassertrog und eine Bürste komplettieren die Ausstattung. Entmistet wird in regelmäßigen Intervallen mithilfe eines Hoftrac. Gemolken wird hingegen weiterhin im bestehenden Anbindestall mit der Rohrmelkanlage. Auch die Kälber und das Jungvieh ist im alten Stall beheimatet.

Obwohl sich der Betrieb auf über 1100m Seehöhe befindet, bleiben die Tiere auch im Winter Tag und Nacht im Freien. Mit Schnee und Kälte kommen die Tiere gut zurecht. Der Gesundheitszustand der Tiere ist hervorragend. Bei wirklich schlechter Witterung steht der alte Anbindestall als Reserve zur Verfügung. Die Kosten für den Zubau beliefen sich zur damaligen Zeit auf ca. 40 000 Schilling.

Tretmist und Tiefstreusysteme

Eine weitere Alternative zu den herkömmlichen Liegeboxenlaufställen, können „freie Liegeflächen“, also Tretmist- oder Tiefmistsysteme darstellen. Eine Faustregel besagt nämlich, dass für dieselbe Tierzahl, ein Liegebo-



Abbildung 4: Die Milchkühe halten sich am Widholzgut auch im Winter rund um die Uhr im Freien auf. Foto: Kirchner



Abbildung 5: Ställe mit freien Liegeflächen eignen sich auch sehr gut für die Haltung von behornnten Tieren. Foto: Promegger



Abbildung 6: Dieses Altgebäude wurde zu einem Tretmiststall umgebaut. Die bestehende Schubstangenentmistung wird weiterhin genutzt. Foto: Promegger

renlaufstall etwa doppelt soviel Platz beansprucht, wie ein Anbindestall. Dieser zusätzliche Platz ist aber gerade in Hanglagen kaum vorhanden, oder nur mittels aufwendiger Stützmauern herzustellen. Hier bieten freie Liegeflächen den Vorteil, dass sie sehr platzsparend sind und sich auch gut an unregelmäßige Stallgrundrisse anpassen lassen. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Flexibilität, die durch die fehlenden Liegeboxenbügel entsteht. So kann etwa die Liegefläche je nach aktuellem Verhältnis Jungvieh/Milchvieh in der Größe angepasst, eine temporäre Abkalbebox abgetrennt, oder die Liegefläche auch als Vorwartebereich genutzt werden. Entmistet wird oftmals mittels Hoftrac, welcher in den Anschaffungskosten etwa gleich einer automatischen Entmistung angesiedelt ist, dafür aber auch für andere Tätigkeiten genutzt werden kann. Weiters gibt es Betriebe welche erfolgreich Tretmistflächen mit einer vorhandenen Schubstangenentmistungen kombiniert haben.

Als Gegenargument werden die Verschmutzung der Tiere und der hohe Strohverbrauch ins Treffen geführt. Die Gefahr von Verschmutzungen besteht vor allem bei Betrieben im höheren Milchleistungsbereich, hier sind Tret- und Tiefstreu nur bedingt empfehlenswert. Für Betriebe mit moderaten Leistungszahlen hingegen, hält sich die Verschmutzung durch die festere Kotkonsistenz der Milchkühe in Grenzen. Der Strohverbrauch und die damit einhergehenden Kosten sind in Tret- und Tiefmistsystemen natürlich größer als in

Liegeboxenställen. Dafür kann im Bereich der Baukosten gespart werden. Ein weiterer Vorteil besteht in der Produktion von Festmist, welcher auf Betrieben mit Hanglagen bevorzugt zum Einsatz kommt.

Technik als Hemmnis und Chance

Ähnlich wie in allen anderen Bereichen des Lebens, hält seit Jahren Technik und Automatisierung auch in der Tierhaltung Einzug. Melkroboter, Kraftfutterstation, automatische Entmistung und so weiter bieten viele Vorteile und ermöglichen effizientes Arbeiten, kosten aber auch dementsprechend viel Geld. Müssen auch Kleinbetriebe technisch so hochgerüstet sein? Hier gibt es durchaus Potential, Kosten einzusparen. Statt automatischer Schieberentmistung, manuelle Entmistung mithilfe eines Rasenmähertraktors. Statt beheizbarer Edelstahl-Tränkewanne, ein Brunntrog. Statt automatische Ein- und Auslassvorrichtungen im Melkstand, manuelle Bedienung mittels Seilzug und Umlenkrollen. Statt massivem Futtertisch eine Futterraufe. Es gibt viele Bereiche, wo ein Schritt zurück Richtung Einfachheit hilft, Kosten im Stallbau zu sparen. Wobei dies alles individuelle Lösungen sind, die auch mit den Gegebenheiten vor Ort harmonieren müssen.

Technik bietet auch Chancen. So gibt es im Salzburger Bezirk Lungau eine günstige Umbaulösung welche durch den Einsatz von Technik erst möglich geworden ist. Um alle Rinder in den bestehenden Stallmauern unterzubringen, wurde der Futtertisch sehr schmal ausgeführt, zusätzlich begrenzt noch durch darauf stehende Säulen. Um die tägliche Fütterung trotzdem effizient und arbeitswirtschaftlich einfach durchführen zu können, wurde ein Futterband über den Köpfen der Kühe installiert, welche den Tieren zeitgesteuert über den ganzen Tag verteilt frisches Futter vor die Nase wirft. Die Beschickung erfolgt über einen umgebauten



Abbildung 7: Umbaulösung, wo der beengte Futtertisch mittels automatischem Futterband bestückt werden kann. Foto: Promegger

Ladewagen vom Heulager aus. Die kostenintensive Fütterungstechnik wurde dadurch kompensiert, dass dafür kein Stallzubau notwendig war und mit dem Altgebäude das Auslangen gefunden werden konnte.

Fazit

Es gibt nicht „Die Lösung“ für günstigen Stallbau. Aber es gibt viele verschiedene Ansätze wie ein Umstieg von Anbinde- auf Laufstallhaltung finanziell vertretbarer gestaltet werden kann. Diese zu finden erfordert Kreativität und oft auch einen Blick über den Tellerrand. Allen Varianten gemeinsam ist, dass diese sehr spezifisch auf die jeweiligen Betriebe abgestimmt und daher nur begrenzt auf andere übertragbar sind. Umso wichtiger ist es für Landwirte, früh genug beginnen zu planen, unabhängige Beratung zu nutzen und sich zu informieren.

