



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

ÖSTERREICHISCHE FACHTAGUNG BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT

„LOW-INPUT
GRÜNLANDWIRTSCHAFT
UND RINDERHALTUNG“

Donnerstag, 10. November 2016
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

raumberg-gumpenstein.at



Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Low-Input Grünlandwirtschaft und
Rinderhaltung

Poster zur aktuellen Grünlandwirtschaft
und Rinderhaltung

10. November 2016
an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

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 Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

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 © 2016

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

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-41-0

Diese internationale Tagung wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 10. November 2016, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Weniger ist mehr - Milch nur aus Grundfutter kann sich lohnen!	5
O. POPPINGA	
Professionalisierung in der Weidenutzung als wichtiges Kernelement in der Low-Input Strategie	9
W. STARZ	
Produktionstechnische Erfolgsfaktoren für eine wirtschaftliche Weidemilchproduktion am Beispiel Süddeutschlands	21
L. KIEFER	
Lebensmitteleffizienz in der Österreichischen Nutztierhaltung - Bedeutung der Grünlandwirtschaft	27
P. ERTL	
Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme - Analysen zur Netto-Lebensmittelproduktion sowie zur Wirtschaftlichkeit	31
A. STEINWIDDER	
Welche Kühe brauchen Low-Input Erzeuger? Ergebnisse aus einer internationalen Studie	37
W. ZOLLITSCH	
Ökobilanzierungsergebnisse von Milchviehbetrieben in Österreich - Welche Faktoren sind für Verbesserungen auf Bio-Betrieben besonders wichtig?	41
M. HERNDL	

Posterbeiträge

Potential der Mid-Infrarot-Spektrometrie bei Kuhmilchproben zur Abschätzung der Rationszusammensetzung	47
A. STEINWIDDER, M. KLAFFENBÖCK, L. GRUBER, G. TERLER, C. FASCHING, G. MÉSZÁROS, J. SÖLKNER	
Weide-Triebwegbefestigungen im direkten Vergleich	51
A. STEINWIDDER, H. ROHRER, J. HÄUSLER, W. STARZ	
Kompoststall für Rinder - wichtige Parameter für einen guten Kompostierungsverlauf	55
A. PÖLLINGER, B. PÖLLINGER-ZIERLER, C. KAPP, M. KONRAD	
Könnte die heimische Biolandwirtschaft die Bevölkerung Österreichs im Jahr 2050 potenziell ernähren? Ergebnisse von Simulationen zu Angebot und Bedarf an Gesamtenergie und Protein ..	61
T. GUGGENBERGER	
Einfluss von Koppel- und Kurzrasenweide auf die Wurzelmassen im Vegetationsverlauf	65
W. STARZ, A. STEINWIDDER, H. ROHRER, R. PFISTER	

Auswirkung auf Ertrag und Pflanzenbestand bei einer Frühjahrsbeweidung von Schnittwiesen69

W. STARZ, A. STEINWIDDER, H. ROHRER, R. PFISTER

Silagequalität und Parasitenbelastung75

L. PODSTATZKY, R. THURNHOFER

Umweltziele Landwirtschaft - Anspruch und Wirklichkeit.....77

R. WEISSHAIDINGER, K. RAMSAK-NOEMI, R. BIEDERMANN, O. SCHWANK, R. PETRASEK, A. BARTEL,
M. STOLZE

Weniger ist mehr - Milch nur aus Grundfutter kann sich lohnen!

Onno Poppinga^{1*}, Karin Jürgens² und Urs Sperling³

Zusammenfassung

Im Februar 2016 wurde als Abschluss der Untersuchung eine Fachtagung im Grünlandzentrum in Aulendorf durchgeführt (mehr unter www.kasseler-institut.org). Auf diesem wurde der Grundstein dafür gelegt, ein Netzwerk für Betriebe mit einer kraftfutterarmen Wirtschaftsweise aufzubauen. Ziel soll es sein, den Betrieben über dieses Projekt hinaus fachliche Unterstützung zu ermöglichen. Dies soll zunächst geschehen, in dem den Betrieben Kontaktmöglichkeiten für einen Erfahrungsaustausch untereinander gegeben werden. Insofern dem Projektteam eine weitere Finanzierung gelingt, sollen auch die Wirtschaftlichkeitsanalysen erweitert und fortgesetzt und passende fachliche Angebote für die Betriebe entwickelt werden.

Schlagwörter: Wirtschaftlichkeit, kostenbewußtes Wirtschaften, Nutzungsdauer

Summary

The results of this study are based on the evaluation of the profit and loss accounts in the two agricultural years 2011/12 and 2012/13 of 52 ecological farms and as well on interviews with the farm managers. The farms are located in several regions and they all have a really different extent. The interviews show that there are very different reasons why the farms decided to feed their cows with few or no concentrate. Regarding the economy, these farms milk only half of the milk of standard farms in Germany, but suprisingly, they reach a higher income per labour than the average.

Keywords: profitability, cost conscious economies, productive lifetime

Im Februar 2016 sind die Ergebnisse einer Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit einer Milchviehfütterung ohne oder mit wenig Kraftfutter veröffentlicht worden. Alle 52 in die Wirtschaftlichkeitsanalyse einbezogenen Bio-Milchviehbetriebe verfütterten weniger als fünf Dezitonnen Kraftfutter pro Kuh und Jahr. Bei dem Forschungsprojekt handelte es sich um ein Kooperationsvorhaben des Kasseler Instituts für ländliche Entwicklung und des Büro für Agrarsoziologie (BAL) im Netzwerk „die Landforscher“.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass eine kraftfutterarme Wirtschaftsweise wirtschaftlich durchaus tragfähig sein kann. Das durchschnittliche Einkommen der untersuchten Milchviehbetriebe war je Arbeitskraft sogar etwas besser als das aller Milchviehbetriebe in Deutschland insgesamt, obwohl die Betriebe weitaus weniger Milch produzierten: Die Milchleistungen auf diesen Betrieben lag um 2.000 Kilogramm unter denen herkömmlich fütternder Milchviehbetriebe und auch ihre Herdengrößen waren mit 39 Milchkühen weitaus kleiner (siehe Tabelle 1). Der von Wissenschaft und Beratung weit verbreiteten Ansicht, der inzwischen auch viele Praxisbetriebe anhängen, dass ein Milchviehbetrieb ohne Kraftfutter und hohe Milchleistungen nicht wirtschaftlich sein, stehen diese Ergebnisse deutlich entgegen. In deren einzelbetrieblichen Leistungsvergleichen wird zuerst einmal immer die überdurchschnittliche Milchleistung als Erklärung für den wirtschaftlichen Erfolg der „25 Prozent der Besten“ Milchviehbetriebe hervorgehoben. Milchviehbetriebe, welche ohne diese sehr hohen Milchleis-

tungen eine vergleichbare Wirtschaftlichkeit haben, werden diesen aber nicht gegenübergestellt. Deshalb bleibt auch außer Betrachtung, mit welchen alternativen Strategien möglicherweise die gleichen ökonomischen Ergebnisse erzielt werden könnten. Dabei scheiden mittlerweile als eine Folge des intensiven, sich auf hohe Milchleistungen und große Produktionsmengen stützende Produktionssysteme fast dreißig Prozent aller Milchkühe in Folge von Fruchtbarkeits-, Stoffwechsel- und Euterproblemen bereits nach der ersten Laktation aus den Milchviehherden aus.

Dem Projektteam waren aus dem eigenen Arbeitsumfeld schon länger nicht wenige Milchviehbetriebe bekannt, die seit Jahren mit wenig oder ohne Kraftfutter auskamen und dabei wirtschaftlich erfolgreich waren. Urs Sperling, der als Praxispartner das Forschungsprojekt begleitete und selbst seit 15 Jahren eine Milchviehhaltung ohne Kraftfutter hat, sorgte über die Internationale Forschungsgesellschaft e.V. vom Breitwiesenhof und durch die Unterstützung der Mahle Stiftung für die Finanzierung dieser Untersuchung. Damit war der Startschuss gesetzt, einmal Milchviehbetriebe in ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten, die eben nicht „Voll Gas geben“: Von Betrieben, denen es nicht um hohe Milchleistungen per se geht sondern die versuchen, aus den eigenen Ressourcen auf dem Hof gute Milch zu erzeugen – aus dem was an hofeigenem Futter zur Verfügung steht und nicht, indem Intensität auf der Basis von Kraftfutter von außen eingekauft wird. Strategien von Milchviehbetrieben also, die bisher in der Fachöffentlichkeit weder beachtet wurden

¹ Kasseler Institut für ländliche Entwicklung e.V, Hochzeitsstraße 5, D-34376 Immenhausen-Holzhausen

² Büro für Agrarsoziologie und Landwirtschaft, Heiligenstädter Straße 2, D-37130 Gleichen-Bremke

³ Hofgut Breitwiesenhof, D-79777 Uhlingen

* Ansprechpartner: Prof. Dr. Onno Poppinga, rondopopp@t-online.de

und die auch nur selten zu Wort kommen. Betriebe, die es aber dennoch geschafft haben, ihre Betriebe wirtschaftlich durch den aggressiven Strukturwandels zu bringen und bis heute zu bewirtschaften.

Bei einer kraftfutterarmen Fütterung stammt die Milch von Kühen, die vor allem von der Weide und mit Grundfutter, wie Frischgras, Silagen und/oder Heu gefüttert werden. Kann eine solche Fütterung gleichzeitig auch wirtschaftlich betrieben werden, dann ergeben sich viele positive Effekte daraus, so ein weiterer Ausgangsgedanke im Projekt. Denn die Weidehaltung und grasbasierte Fütterung ist artgerechter (Weidegang, Verdauungssystem) und damit gesünder für die Tiere und nutzt zudem das Grünland, welches zunehmend gefährdet ist. Soja, ein wichtiger Bestandteil im Kraftfutter auch für das Milchvieh, würde nicht mehr eingesetzt.

Den Kontakt zu den Milchviehbetrieben, die mit wenig oder ohne Kraftfutter arbeiten, wurde über einen Aufruf in verschiedenen Fachzeitschriften geknüpft. Auf diesem Wege meldeten sich über 130 Milchviehbetriebe. Diese hohe Anzahl war allein schon ein wertvolles Ergebnis, denn es gab keine Vorläuferuntersuchung zur Fragestellung, geschweige denn statistische Erhebungen zu kraftfutterarm wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Auch war völlig unklar, wie viele Betriebe überhaupt ohne oder mit wenig Kraftfutter wirtschaften. Das Projektteam ist sich sicher, dass es noch weitaus mehr Milchviehbetriebe mit einer geringen Kraftfutterfütterung gibt, als bisher erfasst werden konnten. Denn trotzdem die Anzahl der Rückmeldungen von den Betrieben erfreulicherweise für eine wissenschaftliche Untersuchung ausreichte, der Aufruf wurde längst nicht so breit wie gewünscht veröffentlicht. Er wurde nur von Fachzeitschriften abgedruckt, die prinzipiell offener für die gestellte Untersuchungsfrage waren (Zeitschriften für Ökobiliebte, Bauernstimme der Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft und des BDM). Von den vielen regional am weitesten verbreiteten landwirtschaftlichen Wochenblättern in Deutschland haben nur zwei den Aufruf abgedruckt. Dies und die klare Höchstgrenze von 5 Dezitonnen Kraftfutter pro Kuh und Jahr waren dann auch der Grund, dass am Ende nur Bio-Milchviehbetriebe untersucht werden konnten. Von vorneherein war das keine Absicht und für die zukünftige Arbeit am Thema sollen dringend mehr konventionell wirtschaftende Betriebe angesprochen werden.

Die 52 in die Wirtschaftlichkeitsanalyse einbezogenen Milchviehbetriebe liegen auf unterschiedlichen naturräumlichen Standorten (Berg- oder Hügelregionen genauso wie norddeutsche Tiefebene). Dabei handelte es sich keineswegs nur um Extremstandorte sondern die Betriebe lagen auch in Gebieten, die hinsichtlich der Durchschnittstemperatur und den Niederschlägen allgemein günstig für die Milchproduktion sind. Auch waren Betriebe mit kleinen wie auch

sehr großen Milchkuhbeständen zwischen 11 bis zu 150 Milchkühen vertreten, im Durchschnitt waren es 39 Kühe und ihre Flächenausstattung lag zwischen 17 bis zu 217 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche. Von den durchschnittlichen 67,2 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche machte das Grünland gut zwei Drittel aus.

Für alle Betriebe wurde in der Untersuchung vorausgesetzt, dass sie mindestens 50 Prozent und mehr ihrer betrieblichen Gesamterlöse aus der Milch erwirtschaften und das Daten zu ihrer Struktur und Wirtschaftlichkeit für die Wirtschaftsjahre 2011/12 und 2012/13 ausgewertet werden können. Dadurch konnten ihre wirtschaftlichen Ergebnisse dann in einem Systemvergleich den amtlich erhobenen Daten zur wirtschaftlichen Lage der Milchviehbetriebe gegenübergestellt werden (Tabelle 1, Testbetriebsdaten vom deutschen Bundeslandwirtschaftsministerium und der EU). Zum Vergleich herangezogen wurden die Testbetriebsdaten für den

- Durchschnitt aller Milchviehbetriebe in Deutschland (aus dem europäischen Testbetriebsnetz INLB 2011 und 2012) und für die
- Ökologischen Futterbaubetriebe, welche die Ökomilchviehbetriebe umfassen (BMEL Testbetriebsnetz für das WJ 12/13).

Die durchschnittliche Flächenausstattung der Milchviehbetriebe war in allen drei Gruppen ähnlich und macht den Vergleich der Analysen durchaus aussagekräftig. Im Vergleich fallen die kraftfutterarmen Milchviehbetriebe gerade durch ihre geringere Intensität auf der Fläche auf, die sogar noch geringer als bei den ökologischen Futterbaubetrieben war. Im Vergleich zu dem Durchschnitt aller Milchviehbetriebe in Deutschland werden von den Untersuchungsbetrieben immerhin eine halbe Kuh weniger pro Hektar und Jahr gehalten.

Auch im Vergleich der Milchleistungsdaten zeigten sich ökonomisch bedeutsame Unterschiede in der Tierhaltung. Die durchschnittliche Nutzungsdauer der Milchkühe war in den kraftfutterarm wirtschaftenden Betrieben im Durchschnitt zwischen acht Monaten im Vergleich zum Braunvieh bis zu 13 Monaten im Vergleich zu Deutschen Holsteins länger. Der Ergänzungsbedarf der Milchviehherde durch weibliche Jungrinder wieder war um 0,3 Großvieheinheiten pro Kuh und Jahr geringer. Auch bei der Lebensleistung der Abgangstiere erreichten die Betriebe bessere Ergebnisse als im Durchschnitt der MLP-Betriebe (hier Süddeutschland). Die mit wenig oder ohne Kraftfutter wirtschaftenden Betriebe hielten häufig mehr als eine Milch-Rinderrasse und auch Kreuzungstiere. Deckbullen spielen – wenn auch häufig neben der künstlichen Besamung - für die hofeigene Zucht eine wichtige Rolle, weil die Betriebe Milchkühe brauchen, die anpassungsfähig an die jeweils gegebenen Futtergrundlagen auf den Betrieben und in der Saison sind.

Tabelle 1: Struktur der Untersuchungsbetriebe im Vergleich

	52 Untersuchungsbetriebe (alle Bio)	Milchviehbetriebe (Testbetriebe Deutschland, aus INLB)	Ökofutterbaubetriebe (Testbetriebsnetz Deutschland)
	Ø WJ 2011/12 u. 12/13	Ø 2011 u. 2012	Ø WJ 2012/13
Arbeitskräfte	2,23	1,96	1,80
LF in Hektar	67,20 (17-217)	69,5	75,8
Zahl der Kühe	39 (11-150)	54	31
Milchleistung je Kuh und Jahr in kg	5 442	7 524	5 909
Rinder-GVE pro Hektar	0,87	1,33	0,96

Tabelle 2: **Einkommen** (Gewinn und Personalaufwand aus der Milchviehhaltung) in Euro pro Jahr

Vergleichsgruppe	52 Untersuchungs- betriebe (alle Bio)	Milchviehbetriebe (EU Testbetriebe)	Ökofutterbaubetriebe (DE Testbetriebe)
je Kuh	1 064	663	932
je Kilogramm erzeugter Milch	0,21	0,09	0,16
je Arbeitskraft	24 502	21 381	21 964

Tabelle 3: **Kostenstruktur und Betriebsausgaben** in Euro pro Kuh und Jahr

Vergleichsgruppe	52 Untersuchungs- betriebe (alle Bio)	Milchviehbetriebe (EU Testbetriebe)	Ökofutterbaubetriebe (DE Testbetriebe)
Zugekauftes Futter	131	670	450
Saatgut, Düngemittel, PSM	68	223	89
Sonst. spezif. Kosten pflanzl. Produktion	41	32	34
Sonst. spezif. Kosten tierischer Produktion	262	273	310
Lohnarbeit, Maschinenmiete	140	178	170
Abschreibungen	388	499	577
Unterhaltung, Gebäude, Maschinen, Bodenverbesserung	370	262	293
Energie	287	284	355
sonst. Gemeinkosten	357	248	683
gezahlte Löhne u. Sozialabgaben	249	200	162
gezahlte Pacht	182	156	194
gezahlte Zinsen	67	87	109
Steuern	48	24	24
Summe Betriebsausgaben	2.590	3.135	3.450

Da das Grundfutter für die untersuchten Milchviehbetriebe von größter Bedeutung war (16 der erfassten Betriebe füttern überhaupt kein Kraftfutter, 13 Betriebe zudem nur Heu), stehen ausreichende Grundfuttermengen und die Qualität des Grundfutters im Zentrum der betrieblichen Anstrengungen, was auch an den betrieblichen Investitionsschwerpunkten sichtbar wurde. Das immerhin 20 aller erfassten Betriebe über eine Unterdachtrocknung verfügten, zeigt wie wichtig für die Betriebe bei der Futterbergung eine zuverlässige, von der Witterung unabhängige Heutrocknung für die meisten Betriebe ist. Die Milchkühe kamen im Durchschnitt aller kraftfutterarm wirtschaftenden Betriebe 194 Tage im Jahr auf die Weide, wobei die Umtriebs- und Kurzrasenweide die beliebtesten Systeme waren. Dass 38 der Betriebe grundsätzlich nur mit einer Halbtagsweide arbeiten und nur zehn längerfristig in der Saison den Kühen eine Ganztagsweide anbieten weist darauf hin, wie wichtig für viele der Betriebe die Zufütterung im Sommer ist: zum Beispiel mit Frisch- und Klee gras aber auch Silage oder Heu. Viele der Betriebe waren auf ihren Standorten durch Sommertrockenheit betroffen.

Der Maßstab, mit dem der wirtschaftliche Erfolg der mit wenig oder ohne Kraftfutter arbeitenden Milchviehbetriebe in der Untersuchung bewertet wird, ist das Einkommen der Betriebe (definiert als Gewinn plus Personalaufwand, Tabelle 2). Es gab unter den Untersuchungsbetrieben reine Familienbetriebe genauso wie Betriebe mit Angestellten: erst in dem das Einkommen betrachtet wird, welches den Gewinn aus der selbstständigen Tätigkeit und zusätzlich den davon abgezogenen Personalaufwand umfasst, können die Betriebe ordentlich verglichen werden.

Aufgrund der sehr großen Unterschiede in der Milchleistung und bei der Zahl der gehaltenen Kühe (und damit auch der

insgesamt produzierten Milchmenge) unterscheidet sich das erwirtschaftete Einkommen je Kuh und Jahr und je Kilogramm Milch von den Untersuchungsbetrieben im Vergleich zu den beiden Vergleichsgruppen sehr stark (um bis zu rund 400 Euro pro Kuh bzw. bis zu 12 Cent pro Kilogramm Milch, Tabelle 2). Die Anzahl der Arbeitskräfte dagegen liegt bei allen drei Vergleichsgruppen sehr nah beieinander. Im Vergleich aller drei Systeme haben die mit wenig oder ohne Kraftfutter wirtschaftenden Milchviehbetriebe aber auch pro Arbeitskraft und Jahr noch ein geringfügig höheres Einkommen, obwohl sie nur die Hälfte der Milch produzieren (rund 200 Tausend Kilogramm weniger als ein durchschnittlicher Milchviehbetrieb in Deutschland mit herkömmlicher Fütterung).

Milchviehbetriebe ohne oder mit wenig Kraftfutter wirtschaften über den ganzen Betrieb hinweg sehr kostenbewusst. Naheliegend auf Grund des fast vollständigen Verzichtes auf Kraftfutter sind die um rund 500 Euro geringeren Kosten für das zugekaufte Futter pro Kuh (Tabelle 3). Dass die Betriebe eine geringere Anzahl von Färsen für die Remontierung brauchen und eine überdurchschnittlich lange Nutzungsdauer bei den Kühen haben, spiegelt sich in den geringeren Ausgaben für sonstige spezifische Kosten in der Tierproduktion. Hierin sind auch die Tierärztkosten enthalten, die in etwa 40 Euro pro Kuh geringer sein können. Durch den Verzicht auf Kraftfutter ergeben sich weitere Einsparungsmöglichkeiten bei Investitionen in Gebäude und Stalltechnik, da keine Kraftfütterstationen oder beispielsweise auch kein Kraftfüttersilo gebraucht werden. Die Betriebe haben andere Investitionsschwerpunkte. Immerhin 80 Prozent der in die Analysen einbezogenen Milchviehbetriebe haben einen Laufstall. In fast allen Ställen der Untersuchungsbetriebe wurden für die Kühe mindestens ein

Fressplatz (wenn nicht sogar mehr) vorgehalten, es wurde also auf eine komfortable Platzausstattung für die Tiere geachtet. Trotzdem sind die Abschreibungen um 100 Euro pro Kuh niedriger. Die Aufwendungen für Lohnarbeit und Maschinenmiete sind durch den umfangreichen Weidegang und den dadurch geringeren Kosten für die Futterbergung niedriger.

Fazit: Hinter dem guten wirtschaftlichen Ergebnis der Betriebe steht ein sehr kostenbewusstes Wirtschaften. Wenig oder kein Kraftfutter zu füttern erleichtert diese

grundlegende Strategie. Allein nur die Kosten zu senken reicht aber dennoch nicht aus. Das System erfordert mehr als auf Kraftfutter zu verzichten. Auf den Betrieben kam es zu einer Neubewertung und langfristigen Anpassung wichtiger betrieblicher Leistungskriterien und Ziele. Eine hohe Milchleistung trat dabei vollständig in den Hintergrund.

An ihrer Stelle gewannen die Gesundheit und Langlebigkeit der Kühe, gute Haltungsbedingungen für eine hohe Grundfutteraufnahme und vor allem Qualität und Menge guten Grundfutters immens an Bedeutung.

Professionalisierung in der Weidenutzung als wichtiges Kernelement der Low-Input Strategie

Walter Starz^{1*}, Andreas Steinwiddler¹, Rupert Pfister¹ und Hannes Rohrer¹

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der Einfluss einer Kurzrasenbeweidung auf den Ertrag und die Futterqualität im Vergleich zu einer Schnittnutzung des Dauergrünlandes untersucht.

Dafür wurde am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein sechsjähriger (2007-2012) Versuch mit vier Nutzungsvarianten (jährliche Abwechslung zwischen Schnitt und Kurzrasenweide, Vierschnittnutzung, Mähweidenutzung sowie Kurzrasenweide) getestet. Im Jahr 2010 wurde auf einem weiteren Standort in Niederbayern ein Versuch zur Kurzrasen- und zur Koppelweide durchgeführt. Mit dieser Untersuchung wurden hauptsächlich die Ertrags- und Qualitätsleistungen der Kurzrasenweide von intensiven Weidesystemen im Ostalpenraum erhoben. Dabei konnten bei Kurzrasenweide im Mittel um die 10.000 kg TM/ha erzielt werden. Diese lagen zwar um gut 2.000 kg TM/ha unter der Vierschnittnutzung jedoch waren in der Kurzrasenweide die Rohproteinträge mit fast 2.100 kg/ha signifikant höher. Die Jahreserträge und Graszuwächse während der Vegetationsperiode unterschieden sich je nach Standort und erreichten ein Maximum von um die 70 kg TM/ha und Tag. Die Weidefutterinhaltsstoffe waren auf allen drei Standorten sehr hoch. So lag die Energiekonzentration zu Beginn bei knapp über 7 MJ NEL/kg TM und sank im Sommer auf ca. 6,5 ab. Die Rohproteinkonzentration nahm bis zum Herbst auf über 220 g/kg TM zu.

Neben der Kurzrasenweide ist die Koppelweide ein weiteres wichtiges System in der Milchviehhaltung für eine weidebasierte Fütterung. Eine weitere Untersuchung widmete sich diesen beiden Weidesystemen und testete sie auf einem trockenheitsgefährdeten Standort. Der Versuch wurde auf einem biologisch bewirtschafteten Milchviehbetrieb in Niederösterreich, mit langjährig etablierten Weidebeständen, durchgeführt. Die Kurzrasenweide wurde bei einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 8,5 cm zu 9 Terminen und die Koppelweide bei 14,8 cm und 6 Terminen im Jahr 2010 gemäht. Zeitperioden mit geringen Niederschlägen zeigten bei der Kurzrasenweide deutlich geringere Graszuwächse als im Vergleich zur Koppelweide.

Bei Betrachtung des gesamten Untersuchungsjahres erreichte die Koppelweide höhere Mengen- (10.561 kg/ha TM), Energie- (86.359 MJ NEL/ha) und Rohproteinträge (1.916 kg/ha) als die Kurzrasenweide (7.753 kg/ha TM, 52.792 MJ NEL/ha und 1.636 kg/ha XP).

Summary

The impact of continuous grazing in comparison to cutting management on the yield and forage feeding value at permanent grassland swards was investigated in this study.

A six-year trial (2007-2012) was established at the Institute of Organic Farming of AREC Raumberg-Gumpenstein to test four types of permanent grassland utilisation (annual change between cutting management and continuous grazing, four-times cutting management, cut of the first growth following continuous grazing and continuous grazing). In 2010, the trial was expanded to a further location in Lower Austria and focused on continuous and rotational grazing. This trials also estimated the yield and forage feeding value of grazing in the eastern Alps. The continuous grazing variants systems achieved an average yield of 10,000 kg DM ha⁻¹. This yield was about 2,000 kg DM ha⁻¹ lower than in the four-times cutting management but the significant highest crude protein yield (over 2,100 kg ha⁻¹) was measured in continuous grazing system. The annual yield and grass growth rate differed according to the location with a maximum growth rate of 70 kg DM ha⁻¹ and day⁻¹. Energy concentration of continuously grazed swards reached 7 MJ NEL kg⁻¹ DM in spring and decreased to 6.5 MJ NEL kg⁻¹ DM in summer. Crude protein content increased to 220 g kg⁻¹ DM until autumn.

Next to continuous grazing, rotational grazing is another important strategy for pasture based milk production systems. Another study tests both grazing systems on their suitability for permanent grassland areas with drought tendency. The investigation was carried out on an organic dairy farm in Lower Austria on a permanent pasture sward in 2010. Simulated grazed swards were used at an average sward height of 8.5 cm in continuous grazing and 14.8 cm in rotational grazing system. Continuous grazing variant was cut 9 times and rotational grazing variant 6 times in 2010. Low precipitation periods showed an effect on continuous grazing by reduced grass growth. Rotational grazing reached significant higher yields in dry matter (10,561 kg ha⁻¹), net energy lactation (68,359 MJ ha⁻¹) and crude protein (1,916 kg ha⁻¹) as continuous grazing (7,753 kg DM ha⁻¹, 52,792 MJ NEL ha⁻¹ and 1,636 kg CP ha⁻¹). Differences were also measured in energy and CP content.

Continuous grazing yielded highest energy and CP contents from June to August. Results of this study sug-

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

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

Obwohl im Untersuchungsjahr längere Trockenperioden ausblieben und die Kurzrasenweide von Juni bis August signifikant höhere NEL und XP Gehalte im Futter aufwies, erreichte die Koppelweide höhere Jahreserträge. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen somit, dass die Koppelweide auf trockenheitsgefährdeten Dauergrünlandstandorten der Kurzrasenweide überlegen ist, sofern das aufwändigere Management einer Koppelweide optimal durchgeführt wird.

Schlagwörter: Kurzrasenweide, Koppelweide, Ertrag, Wuchshöhe, Inhaltsstoffe

gest that rotational grazing is more suitable at locations with drought tendency. However, implementation of rotational grazing requires good management to reach higher forage yields.

Keywords: continuous grazing, rotational grazing, yield, growth height, contents

Einleitung und Fragestellung

Der Erfolg eines guten Weidesystems wird neben dem Tier- und Betriebsmanagement sehr stark durch den Pflanzenbestand bestimmt. Die produktiven Grünlandflächen in Gunstlagen bieten die Möglichkeit intensive Weidesysteme wie die Kurzrasen- oder Koppelweide umzusetzen und damit während der gesamten Weidesaison konstant hohe Grünfutttermengen und Futterqualitäten zu liefern. Abgesehen von der Tiergerechtigkeit der Weidehaltung stellt sich für Betriebe in ostalpinen Regionen dennoch die Frage, wie stabile Bestände und optimale Erträge erreicht werden können. Bisherige Ergebnisse aus den klimatisch begünstigteren schweizerischen Westalpen zeigten auf Kurzrasenweide hohe Inhaltstoffkonzentrationen (Kessler et al., 1999a, Thomet und Hadorn, 1996b). Ob dies auch unter den ostalpinen Klimabedingungen möglich ist, sollte in einem sechsjährigen Versuch (2009-2012) am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein überprüft werden.

Kurzrasen- und Koppelweide sind beides effiziente und arbeitssparende Weideformen, die in Gunstlagen mit ausreichend Niederschlägen optimale Erträge und Futterzuwächse garantieren. Doch nicht überall sind diese optimalen Bedingungen gegeben. Gerade intensiv genutzte Dauerweiden sind für einen gleichmäßigen Ertrag auf eine kontinuierliche Wasserversorgung angewiesen. In diesem Zusammenhang wird beschrieben, dass auf trockenheitsgefährdeten Standorten die Koppelweide günstiger als die Kurzrasenweide einzustufen ist (Thomet und Blättler, 1998). Daher war eine weitere zu beantwortende Frage dieser Forschungsarbeit etwaige Unterschiede zwischen Kurzrasen- und Koppelweide zu messen. Dabei wurde ein Versuch auf einem trockenheitsgefährdeten Standort (Versuchsjahr 2010) und ein weiterer auf dem Standort des Bio-Institutes (Versuchsjahr 2013), mit ausreichend Niederschlägen, angelegt und die beiden Weidesysteme hinsichtlich Ertragsleistung und Futterqualität miteinander verglichen. Schlussendlich sollen die Ergebnisse eine Entscheidungshilfe für ein standortangepasstes Weidesystem bereitstellen.

Material und Methoden

Standorte

Die Versuche am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere (Standort Trautenfels) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden auf den biologisch

bewirtschafteten Grünlandflächen des Versuchsbetriebes angelegt. Der Bodentyp der Versuchflächen wird der Felsbraunerde zugeordnet und hat einen durchschnittlichen pH-Wert von 5,9, einen Humusgehalt von 8,5 % und einen Tongehalt von 18 %. Die nach Süden exponierten Flächen (Breite 47° 30' 60'' N und Länge 14° 04' 20'' E) liegen auf einer Seehöhe von ca. 680 m. Am Standort wird im langjährigen Mittel eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C und eine Jahresniederschlagssumme von 1.014 mm erreicht.

Der Versuch für die Untersuchung von Koppel- und Kurzrasenweide auf einem trockenheitsgefährdeten Standort befand sich auf einer langjährigen Kurzrasenweidefläche eines Bio-Betriebes in Niederösterreich (Breite 48° 12' 30'' N, Länge: 14° 58' 48'' E). Der Standort lag auf 360 m Seehöhe und weiß 9,1 °C als Jahresdurchschnittstemperatur sowie eine mittlere Jahresniederschlagssumme von 745 mm auf.

Versuchsdesign

Im Rahmen des sechsjährigen (2007-2012) Versuches wurden vier Grünlandnutzungssysteme miteinander verglichen. Eine Nutzungsform war eine jährliche Abwechslung von Vierschnittnutzung und Kurzrasenweide (Variante 1), eine weitere eine Vierschnittnutzung (Variante 2), sowie eine Mähweidenutzung (1. Schnitt und danach Kurzrasenweide, Variante 3) und die 4. Variante stellte die Kurzrasenweide dar. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage angelegt und vierfach wiederholt. Vor Versuchsbeginn wurden die Flächen als Mähweidesystem genutzt. Nach dem 1. Schnitt erfolgte die Beweidung in Form von Portionsweide. Für den Systemvergleich der Kurzrasen- und Koppelweide wurde 2010 am Standort in Niederösterreich als Versuchsanlage eine randomisierte Anlage gewählt, wobei sowohl die Kurzrasen- als auch die Koppelvariante vierfach wiederholt wurden. Die acht Parzellen (Größe 1,5 x 1,5 m) wurden auf einer einheitlichen Fläche platziert und mittels Elektrozaun vor dem weidenden Milchvieh geschützt. Aus botanischer Sicht handelte es sich um einen homogenen Englisch Raygras-Wiesenrispengras-Weißklee Bestand.

Im Vegetationsjahr 2013 wurde auf zwei langjährigen Dauerweiden am Versuchsbetrieb des Bio-Instituts ein weiterer Vergleichsversuch von Kurzrasen- und Koppelweide als randomisierte Anlage durchgeführt. Die Flächen wiesen einen für den Standort optimalen Weidebestand auf. Dieser wurde ebenfalls von Englisch Raygras, Wiesenrispengras und Weißklee dominiert. Für die Ertragsfeststellung wurden auf den Flächen jeweils 12 Weidekörbe mit einer Grund-

fläche von jeweils 1 m² platziert. Untersucht wurden drei unterschiedliche Aufwuchshöhen (niedrig: 8 cm, mittel: 10 cm, hoch: 12 cm; gemessen mit dem Filip's electronic plate pasture meter = RPM), die die Versuchsvarianten darstellten. Auf den beiden Flächen wurde jede Variante 4-mal wiederholt, wodurch sich 12 Parzellen je Weidefläche ergaben.

Pflanzenbestand und Düngung

Die Erhebung der Pflanzenbestände, im sechsjährigen Grünlandnutzungsversuch, wurden zum ersten Aufwuchs in den Jahren 2007, 2010 und 2013 mit Hilfe der Flächenprozentenschätzung vorgenommen. Dafür wurde die Methode der wahren Deckung (Schechtner, 1958) verwendet. Dabei handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird. Für die Artenbonitur wurde im oberen Bereich der Parzelle eine eigene Bonitierungsfläche von 16 m² eingerichtet. Dadurch sollte der Einfluss der versuchsbedingten Ernte minimiert werden. In diesem Versuch wurde die hofeigene Rindergülle der 30-köpfigen Bio-Milchvieherde mit deren Nachzucht eingesetzt. Die Düngung erfolgte zu vier Terminen und die Höhe der ausgebrachten Stickstoffmenge richtete sich nach der jeweiligen Nutzungsvarianten (siehe Tabelle 1). Bei den als Kurzrasenweide geführten Varianten wurde in der Weideperiode keine Düngung mehr durchgeführt, da die Tiere ständigen Zugang zu den Weidevarianten hatten. Für die Schnittvarianten wurden 130 kg N/ha und Jahr angesetzt. Bei den Weidevarianten wurden die zu erwartenden tierischen Ausscheidungen rechnerisch ermittelt (Starz und Steinwider, 2007).

Die Parzellen am Standort in Niederösterreich wurden im Jahr 2010 einmal im Monat (von April bis August) mit Gülle gedüngt, wobei die jährliche Stickstoffmenge von 130 kg/ha auf 5 Teilgaben aufgeteilt wurde. Da die Versuchsfläche von der Beweidung ausgeschlossen war, wurde die Stickstoffdüngermenge wie bereits oben beschrieben kalkuliert. Im Aufwuchshöhen-Vergleichsversuch 2013 am Bio-Institut erfolgte keine gesonderte Düngung der Parzellen. Die Versuchsflächen befanden sich unmittelbar in den beweideten Flächen und eine Düngung mit zweimal jeweils 15 kg N/ha erfolgte mittels Güllefass über die gesamten Weideflächen.

Erträge und Inhaltsstoffe

Bei der Feststellung der Trockenmasse-Erträge im sechsjährigen Grünlandnutzungsversuch wurden zwei unterschiedliche Erntemethoden angewendet. Die geschnittenen Varianten wurden 4-Mal pro Jahr mit einem Motormäher im unteren Bereich der Parzelle beprobt. Bei den als Kurzrasenweide geführten Varianten erfolgten 7 Beerntungen pro Jahr bzw. ein 1. Schnitt und 5 weitere Beprobungen in der Variante 3 (Mähweide). Für die Ertragsermittlung auf der Weide wurden pro Parzelle zwei Weidekörbe von je 1 m² Grundfläche gewählt. Der Ziel-Aufwuchs in den Weidekörben wurde bei einer Höhe von 10-15 cm (gemessen

am Weißklee) bestimmt und bei einer Schnitthöhe von 5 cm mittels Motormäher geerntet. Im Anschluss wurden die Weidekörbe auf einen anderen Bereich innerhalb der Parzelle wieder aufgestellt. Zuvor wurde die Fläche noch mit dem Motormäher gleichmäßig abgemäht, damit so nur der Zuwachs bis zur nächsten Ernte gemessen wurde.

Für den Weidesystemvergleich in Niederösterreich wurden bei der simulierten Kurzrasenweide Aufwuchshöhen von 10 cm und bei der Koppel von 15 cm (gemessen mit dem Meterstab am Weißklee) angestrebt. Dadurch ergaben sich im Versuchsjahr 2010 bei der Kurzrasenweide-Variante 9 Erntetermine und bei der Koppelweide-Variante 6, die sich von Mitte April bis Ende Oktober erstreckten. Zur Ernte der gesamten Parzelle wurde eine elektrische Handgartenschere (theoretische Schnitthöhe 3 cm) verwendet und die Trocknung erfolgte unter Dach. Anschließend wurde das Material zur Bestimmung der Restfeuchte in das Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gebracht.

Beim Weideversuch 2013 wurden die Zielaufwuchshöhe ebenfalls mit dem Meterstab und am Weißklee ermittelt (niedrig = 8 cm, mittel = 12 cm und hoch = 16 cm). Nach den Beerntungen bzw. Schnitten wurden die Körbe, der jeweiligen Höhe, auf der Fläche weiter gestellt. Somit wanderte die Versuchsanlage zeitversetzt von West nach Ost. Bevor die Körbe auf die neue Position kamen, wurde die Grundfläche abgemäht, damit nur der Zuwachs ab diesem Zeitpunkt gemessen wurde. Dabei ergaben sich bei der Zielhöhe niedrig 7 Ernten, bei mittel 6 Ernten und bei hoch 5 Ernten im Vegetationsjahr 2013. Bei der Ernte erfolgte die Feststellung der tatsächlichen Aufwuchshöhe mit Hilfe des Filip's electronic plate pasture meter (RPM). Die Ernte der Parzellen wurde mit elektrischen Handgartenscheren durchgeführt und bis auf eine Reststoppelhöhe von 3-4 cm vorgenommen.

Das Erntegut aus den Versuchen am Bio-Institut wurde von jeder Parzelle frisch gewogen und aus einem Teil des Materials die Trockenmasseproben gezogen. Diese kamen über 48 Stunden bei 105 °C in den Trockenschrank. Der restliche Teil (sowohl von den Versuchen am Bio-Institut als am vom Versuch in Niederösterreich) der Frischprobe gelangte zur schonenden Trocknung in das hauseigene Labor, wo die Rohnährstoffe analysiert wurden. Die Energiebewertung in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) wurde mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte mittels Regressionsformel der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1998) errechnet.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Variante, Jahr, Termin und deren Wechselwirkung; die Lage der Parzellen in den Spalten und Wiederholungen sowie die Wechselwirkung wurde als zufällig (random) angenommen) auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

Tabelle 1: Stickstoff-Ausbringmengen je Variante über Rindergülle

Zeitpunkt	Variante 1		Variante 2	Variante 3	Variante 4
	Weide	Schnitt			
Frühling	15 kg N/ha	30 kg N/ha	30 kg N/ha	30 kg N/ha	15 kg N/ha
1. Schnitt	0 kg N/ha	40 kg N/ha	40 kg N/ha	0 kg N/ha	0 kg N/ha
2. Schnitt	0 kg N/ha	35 kg N/ha	35 kg N/ha	0 kg N/ha	0 kg N/ha
3. Schnitt	0 kg N/ha	25 kg N/ha	25 kg N/ha	0 kg N/ha	0 kg N/ha

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (s_e) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-

Tabelle 2: Jahres-Niederschläge und Niederschläge während der Vegetationszeit sowie die jährliche Durchschnittstemperatur in den Versuchsjahren am Standort des Bio-Instituts in Trautenfels

Parameter	Einheit	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Niederschlagssumme	mm	1.287	987	1132	988	981	1261
Niederschlag in der Vegetationszeit	mm	882	665	824	795	805	920
Temperaturmittel	°C	8,9	8,9	8,6	7,7	8,8	8,5

Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Wetter

Im Versuchszeitraum lagen die Jahresniederschläge im langjährigen Mittel. Lediglich in den Jahren 2007, 2009 und 2012 wurden Niederschlagssummen über dem Mittel gemessen (siehe Tabelle 2). Ein deutlich unterschiedlicheres Bild zeigten die Niederschlagsmengen während der Vegetationsperiode. Hier war das Jahr 2008 am trockensten und 2012 hatten die Grünlandpflanzen während der Wachstumszeit die meisten Niederschläge mit 920 mm.

Die Jahresdurchschnittstemperatur lag in allen Jahren, mit durchschnittlich 1,5 °C deutlich über dem langjährigen Mittel für den Standort.

Pflanzenbestand

Der Einfluss einer intensiven Beweidung auf alpine Dauergrünlandbestände war ein zentraler Bestandteil dieses Versuches. Im siebenten Projektjahr, im Frühling 2013, wurde auf den als Kurzrasenweide genutzten Parzellen (Variante 4) der Pflanzenbestand in Flächenprozent erhoben.

19 % der Fläche wurden auf der Kurzrasenweide vom Weißklee eingenommen. Dies konnte auf vielen biologischen intensiv genutzten Dauerweiden in Österreich festgestellt werden. In dem hier beschriebenen Versuch wurden die Kurzrasenweideparzellen nur im Frühling vor Weidebeginn mit 15 kg N/ha und Jahr aus Gülle gedüngt. Die über die Tiere anfallenden N-Ausscheidungen auf dieser Fläche bewegen sich zwischen 100 und 140 kg N/ha und Jahr (Starz und Steinwider, 2007). Diese relativ geringe Düngermenge im Vergleich zu dem intensiven Nutzungssystem lässt auf die starke Präsenz von Weißklee schließen. Kräuter spielten mit 12 Flächenprozent eine untergeordnete Rolle, wobei nur Kriechender Hahnenfuß und der Wiesen Löwenzahn Flächenanteile von über 1 % einnahmen.

Bei den Gräsern bildeten typische Weidegräser wie Englisches Raygras und Wiesenrispengras den Hauptteil des Kurzrasenweidebestandes. Gerade in Lagen über 700 m Seehöhe wird im Ostalpenraum Wiesenrispengras bedeutender, da hier Englisches Raygras immer mehr mit einem Schneeschimmelbefall im Winter zu kämpfen hat. In geringen Anteilen von 8 und 4 Flächenprozent traten oberflächlich verfilzende Grasarten wie Außläuferstraußgras und Lägerrispe auf. Gerade die Lägerrispe gilt als wenig gewünschte Art, da sie bei Trockenheit ausfällt, wenig Ertrag liefert und beim Weiden von den Tieren ausgerissen und die

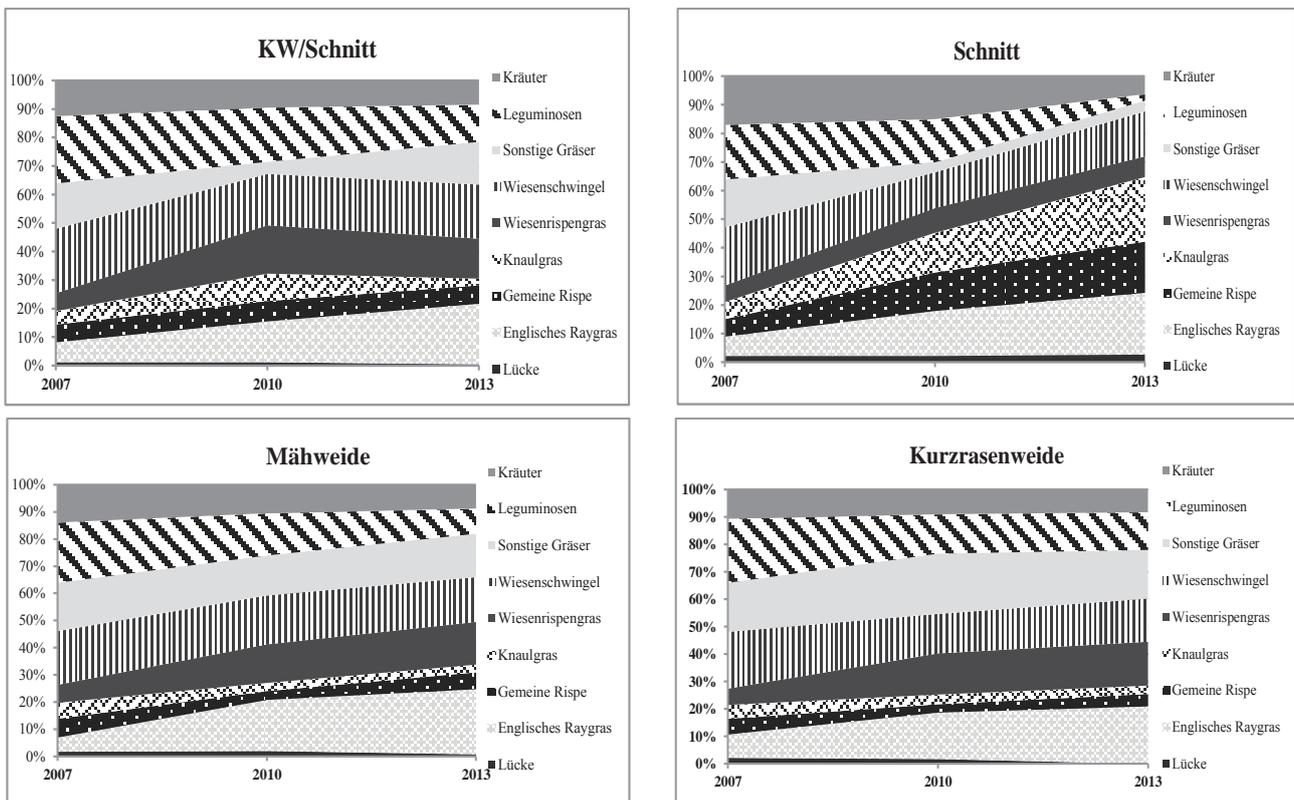


Abbildung 1: Entwicklung der Pflanzenbestände in den 4 Varianten über die sechsjährige Versuchszeit

Tabelle 3: Pflanzenbestand in den einzelnen Varianten nach der Versuchszeit im Frühling 2013

Parameter	Einheit	Variante									s _e
		4-Schnitt- nutzung/Kurz- rasenweide		4-Schnittnutzung		Mähweide		Kurzrasenweide		p	
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
Lücke	%	0,4 ^b	0,4	2,8 ^a	0,4	0,9 ^b	0,5	0,0 ^b	0,4	0,0011	0,7
Gräser	%	78,4 ^b	1,9	89,3 ^a	1,9	80,8 ^a	2,2	77,5 ^b	1,9	0,0037	0,0
Englisches Raygras	%	21,3	1,9	21,5	1,9	24,0	1,9	21,0	1,9	0,4796	1,0
Knautgras	%	2,3 ^b	1,3	22,5 ^a	1,3	2,8 ^b	1,3	3,0 ^b	1,3	<0,0001	0,9
Gemeine Rispe	%	6,5 ^b	1,3	18,0 ^a	1,3	6,3 ^b	1,5	4,5 ^b	1,4	0,0001	0,9
Wiesenrispengras	%	13,9 ^b	1,5	7,6 ^a	1,4	15,0 ^b	1,6	16,4 ^b	1,4	0,0027	1,0
Wiesenschwingel	%	19,0	1,4	15,8	1,4	16,5	1,4	15,8	1,4	0,3167	0,9
Sonstige Gräser	%	15,7 ^a	2,2	4,2 ^b	2,2	15,2 ^a	2,6	17,4 ^a	2,2	0,0030	1,0
Leguminosen	%	12,7 ^a	1,8	1,5 ^b	1,8	9,5 ^{ab}	2,1	14,5 ^a	1,8	0,0020	1,0
Kräuter	%	8,5 ^a	0,7	6,3 ^b	0,7	8,8 ^a	0,7	8,3 ^a	0,7	0,0072	0,8

Büschel wieder ausgespuckt werden. Interessant war die Beobachtung, dass sich Weisenschwingel, Wiesenlischgras und Kammgras ausdauernd im intensiv beweideten Bestand halten konnten. Auf den übrigen Weideflächen konnte eine Zunahme dieser drei Arten festgestellt werden. In den Geilstellen bildeten diese bald Samentriebe, die nicht mehr von den Tieren abgegrast wurden. Auf der Fläche wurde zu dieser Zeit kein Reinigungsschnitt durchgeführt. Somit kamen diese wertvollen Weidegräser in die Samenreife und konnten sich als typische Gräser vom horstförmigen Wuchs auch im sehr intensiv genutzten Kurzrasenweidesystem etablieren.

Neben der Kurzrasenweide (Variante 4) wurden auch alle anderen Varianten in den Jahren 2007, 2010 und 2013 bonitiert (siehe Abbildung 1). Alle vier Varianten zeigten deutliche Veränderungen im Pflanzenbestand. Alle Bestände waren sehr dicht und zeigten kaum Lücken. Alle Varianten zeigten mit den Jahren ein Ansteigen von Englischem Raygras. Dies könnte auch eine Reaktion auf das wärmer werdende Klima sein, wodurch günstigere Wachstumsbedingungen für diese Art herrschen. Neben dem Englischen Raygras konnten sich auch das Wiesenrispengras in allen Varianten ausbreiten.

Am stärksten in denen die auch beweidet wurden (Varianten 1, 3 und 4). In klimatisch günstigen Weidegebieten ist meist das Englische Raygras die bestandesbildende Art (Creighton et al., 2010). Die vorliegende Untersuchung zeigte, dass auf Dauergrünlandflächen im klimatisch rauen Ostalpen-Raum neben diesem auch das Wiesenrispengras eine zumindest gleichwertige Rolle spielt (Starz et al., 2013b).

Auffällig war auch die Entwicklung von zwei anderen Grasarten. Knautgras konnte sich nur in der reinen Schnittnutzung behaupten und dort sogar leicht ausbreiten. Dies Entwicklung zeigt zum wiederholten Mal (Starz et al., 2011a), dass Knautgras an eine regelmäßige intensive Beweidung nicht gut angepasst ist und rasch an Bedeutung auf Weideflächen verliert. Gegenläufig verlief die Entwicklung der Gemeinen Rispe.

Durch die regelmäßige Schnittnutzung (Variante 2) blieb der Flächenanteil auf fast 20 % (siehe Tabelle 3). In allen übrigen Varianten spielte die Gemeine Rispe eine geringe Rolle. Hier zeigt sich, dass dieses Gras eine intensive Beweidung nicht gut verträgt. Diese Beobachtung wurde bereits in einer anderen Untersuchung am selben Standort gemacht (Starz et al., 2010).

Der Kräuteranteil war in der reinen Schnittvariante (Vari-

ante 2) am höchsten. Der Leguminosenanteil nahm in der Schnittnutzung (Variante 2) deutlich ab. In allen, zumindest zeitweilig beweideten Varianten (1, 3 und 4), pendelte sich der Weißklee auf einen optimalen Flächenanteil von um die 15 % ein (siehe Tabelle 4). Gerade der Weißklee kann durch den oberirdischen Kriechtrieb sich rasch im Bestand ausbreiten, was im Jahresverlauf auf der als Kurzrasenweide genutzten Fläche (Variante 4) auch beobachtet werden konnte und sich auch den hohen Rohprotein-Werten widerspiegelt.

Graszuwächse

Das Untersuchungsjahr 2010 war mit 853 mm ein überdurchschnittlich gutes Niederschlagsjahr für den Versuchsstandort in Niederösterreich. Trotzdem gab es in den Sommermonaten Phasen mit geringeren Niederschlagsmengen, die einen Effekt auf den Graszuwachs bei den beiden simulierten Weidesystemen Kurzrasen und Koppel zeigten (siehe Abbildung 2).

Die Kurzrasenvariante reagierte auf geringeren Niederschlag mit einem Rückgang des Graszuwachses, wobei nach Regenperioden im Sommer das Graswachstum wieder leicht anstieg. Das Wachstumsmaximum wurde bei beiden Varianten im Mai erreicht, wobei es bei der Koppelvariante 65 kg und bei der Kurzrasenvariante 50 kg TM/ha und Tag betrug. Generell war die Kurzrasenweide, von Mai bis Oktober, der Koppelweide beim Graswachstum unterlegen. Der im Jahr 2013 am Bio-Institut durchgeführte Versuch der drei Weideaufwuchshöhen zeigte die größten Unterschiede zwischen den Varianten im Mai (siehe Abbildung 3). Hier erreichte die Variante mit der Zielaufwuchshöhe hoch mit knapp 120 kg TM/ha und Tag kurzfristig die höchsten je auf diesem Standort gemessenen Gras-Zuwachsleistungen. Generell können die Zuwächse als hoch eingestuft werden, wenn sie mit Werten aus dem Schweizer Westalpenraum verglichen werden (Schori, 2009a).

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, verzeichneten die Monate April und Mai die geringsten Niederschlagssummen. In dieser Periode ging das Graswachstum bei den Varianten niedrig und mittel deutlich zurück. Demgegenüber zeigte die Variante hoch trotzdem noch eine Erhöhung der Wachstumsrate. Ein vergleichbares Ergebnis wurde bereits im Jahr 2010 auf einem niederschlagsärmeren Standort (Starz et al., 2013a) festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass aufgrund des höheren Pflanzenbestandes in Variante hoch, günstigere

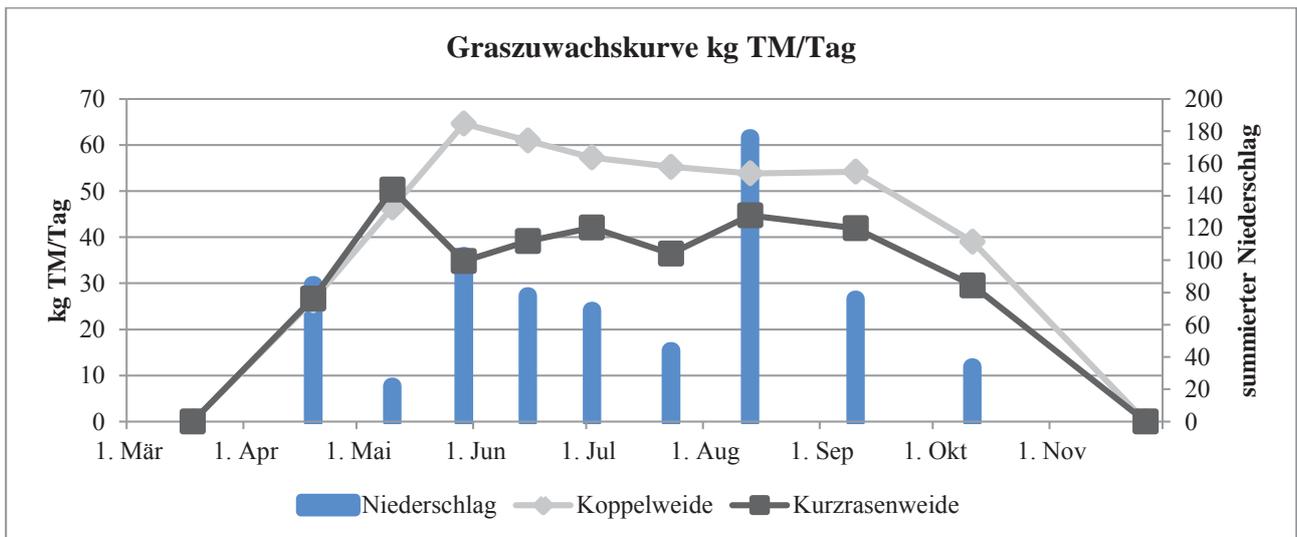


Abbildung 2: Graszuwachskurve für Kurzrasen- und Koppelweide sowie Niederschlagsmengen während der Vegetationszeit 2010

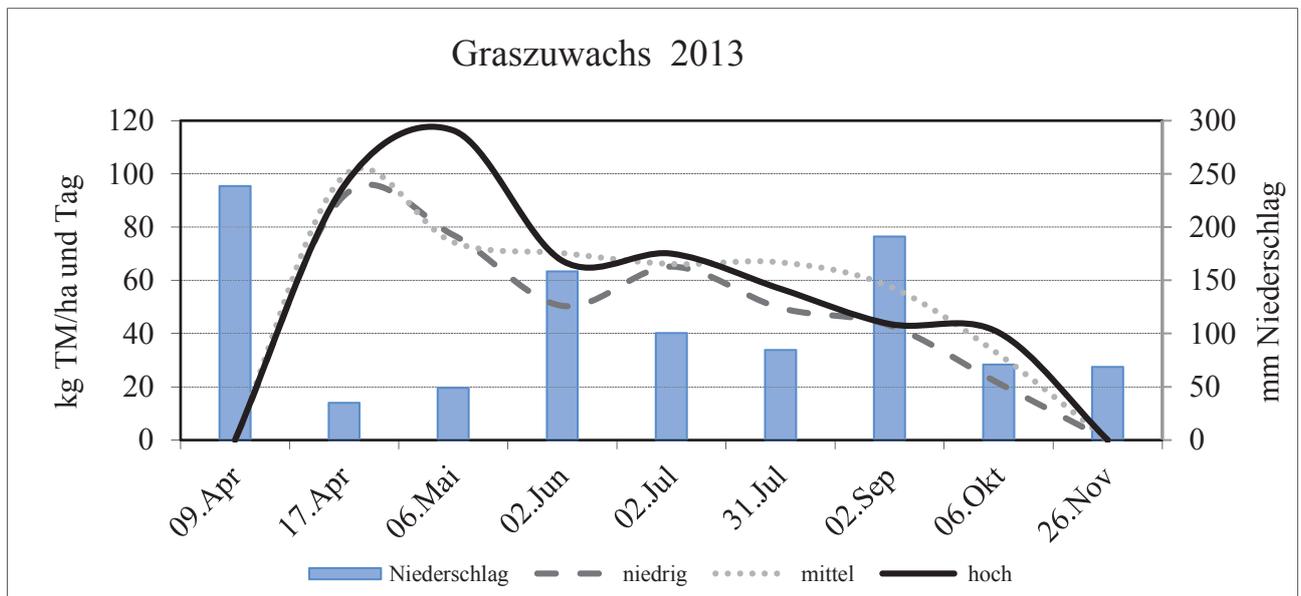


Abbildung 3: Graszuwachskurven der drei unterschiedlichen Aufwuchshöhen sowie die Niederschlagssummen von einem Datum zum nächsten (Die Niederschlagssumme vom 9. April entspricht der Niederschlagssumme ab 1. Jänner)

kleinklimatische Bedingungen herrschten, wodurch der Wasserverlust über die Verdunstung geringer ausfallen dürfte. Die geringeren Wuchshöhen bei den Varianten niedrig und mittel dürften durch ihre niedrigeren Pflanzendecken das über die Evapotranspiration freiwerdende Wasser weniger gut zurückhalten können und dies der Grund für die geringeren Zuwachsraten sein.

Menge- und Qualitätserträge

Während des Versuchszeitraumes von 2007-2012 erreichte die 4-Schnittnutzung mit 12.518 kg TM/ha die signifikant höchsten Mengenerträge (siehe Tabelle 4) am Standort des Bio-Instituts. Bei diesen Erträgen muss berücksichtigt werden, dass es sich um praktisch verlustfrei geerntete Mengenerträge handelt. Die übrigen drei Varianten lagen mit Erträgen von um die 10.000 kg TM/ha unter der reinen Schnittnutzung aber erreichten trotzdem einen für den Standort hohen Ertrag. Die Kurzrasenweide erreichte zwar

den numerisch geringsten Mengenertrag aber dafür den signifikant höchsten Rohproteinерtrag mit 2.092 kg/ha.

Der Energieertrag in MJ NEL/ha war in der Schnittnutzungsvariante signifikant am höchsten. Innerhalb der drei übrigen Nutzungsformen konnten keine Unterschiede festgestellt werden (siehe Tabelle 4). Die knapp 10.000 kg TM/ha bei Kurzrasenweidenutzung liegen in der Bandbreite von Untersuchungen in den schweizerischen Westalpen, wo Erträge von 6.276 kg TM/ha (Schori, 2009b) bis 13.470 kg TM/ha (Thomet et al., 2004) gemessen wurden.

Um die Schnitt- und Weidesysteme im Ertrag fairer zu vergleichen, wurden übliche TM-Verluste berücksichtigt. Für die Schnittnutzungen wurden praxisübliche 25 % (Köhler et al. 2014) und für die Weide pauschal 10 % TM-Verluste vom geernteten Bruttoertrag abgezogen, um die über das Tier verwertbare Futtermasse besser abzubilden.

Die um die praxisüblichen bereinigten Verluste gemessenen TM-Erträge 8.432-9.389 kg/ha und Jahr) zeigten keine

Tabelle 4: Brutto- bzw. Netto- Mengen- und Qualitätserträge der vier Nutzungsvarianten

Parameter	Variante				SEM	p-Wert	
	4-Schnittnutzung/ Kurzrasenweide	4-Schnitt- nutzung	Mähweide	Kurzrasenweide			
Bruttoerträge							
TM-Ertrag	kg/ha	10.385 ^b	12.518 ^a	10.273 ^b	9.813 ^b	459	<0,0001
NEL-Ertrag	MJ/ha	64.112 ^b	73.524 ^a	63.254 ^b	63.226 ^b	2.916	<0,0001
XP-Ertrag	kg/ha	1.840 ^b	1.855 ^b	1.933 ^{ab}	2.092 ^a	98	0,0014
Nettoerträge							
TM-Ertrag	kg/ha	8.432	9.389	8.718	8.694	442	0,1541
NEL-Ertrag	MJ/ha	52.301	55.176	53.761	55.934	2.845	0,5197
XP-Ertrag	kg/ha	1.529 ^b	1.404 ^b	1.659 ^{ab}	1.843 ^a	95	0,0054

Tabelle 5: Mengen- und Qualitätserträge bei Kurzrasen- und Koppelweide

Parameter	Einheit	Variante			SEM	p-Wert	s _e
		Kurzrasen LSMEAN	Koppel LSMEAN				
TM-Ertrag	kg/ha	7.753 ^b	10.561 ^a		176	0,0003	69
ME-Ertrag	MJ/ha	86.363 ^b	112.822 ^a		1.307	0,0010	1.187
NEL-Ertrag	MJ/ha	52.792 ^b	68.359 ^a		712	0,0011	736
XP-Ertrag	kg/ha	1.636 ^b	1.916 ^a		18	0,0085	37

Tabelle 6: Mengen- und Qualitätserträge im Untersuchungsjahr 2013 sowie Aufwuchshöhe und Futterdichte der drei Varianten

Parameter	Einheit	Futterhöhe						p-Wert	s _e
		niedrig		mittel		hoch			
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
Erntehöhe	cm	8,4 ^c	0,3	10,2 ^b	0,3	12,4 ^a	0,3	<0,0001	0,6
Reststoppelhöhe	cm	3,5 ^b	0,1	3,8 ^a	0,1	3,8 ^a	0,1	0,0256	0,2
TM-Ertrag	kg/ha	10.343 ^b	341	12.119 ^a	341	12.581 ^a	346	0,0007	892
NEL-Ertrag	MJ/ha	66.426 ^b	2.069	77.031 ^a	2.068	78.131 ^a	2.102	0,0010	5.120
XP-Ertrag	kg/ha	2.129 ^a	82	2.255 ^a	82	2.326 ^a	83	0,1238	171
Futterdichte	kg TM/cm ha	319 ^a	8	332 ^a	8	315 ^a	8	0,3251	22

LSMEAN: Least Square Means; SEM: Standardfehler; p-Wert: Signifikanzniveau; se: Residualstandardabweichung

signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (siehe Tabelle 4). Konnten beim Energieertrag ebenfalls keine Unterschiede gemessen werden, so zeigte der XP-Ertrag mit 1.843 kg/ha den höchsten Wert in der reinen Weidenutzung (Variante 4).

Am niederösterreichischen Versuchsstandort konnten 2010 deutliche Ertragsunterschiede zwischen den niedrigen Wuchshöhen der simulierten Kurzrasenweide und des höheren Aufwuchses der Koppelweide festgestellt werden. Der Jahresertrag war mit 10.561 kg/ha beim Koppelsystem signifikant höher als bei der Kurzrasenweide mit 7.753 kg/ha (siehe Tabelle 5). Dasselbe Bild zeigt sich beim Energie- und Rohproteintrag, wo die Koppel signifikant höhere Erträge lieferte als das Kurzrasensystem.

Ein ähnliches Bild konnte beim 2013 am Bio-Institut durchgeführten Versuch mit drei unterschiedlichen Weideaufwuchshöhen. Bei Betrachtung der Mengen- und Qualitätserträge (siehe Tabelle 6) schnitten die beiden Aufwuchshöhen mittel und hoch signifikant besser als die niedrige Variante ab. Die 12.581 kg TM/ha bei der Variante hoch stellten für eine Dauerweide im Ostalpenraum auf dieser Höhenlage einen sehr hohen Ertrag dar. Die niedrige Aufwuchshöhe war mit Mindererträgen von mehr als 2.000 kg TM/ha der hohen Variante deutlich unterlegen. Obwohl ab Juni genügend Niederschläge vielen, konnte die niedrigste Wuchshöhe nicht das Ertragsdefizit des Frühling aufholen, was demgegenüber bei der mittleren Variante festgestellt wurde. Dasselbe Bild konnte beim Energieertrag beobachtet werden

(siehe Tabelle 6). Auch hier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Variante niedrig sowie der mittleren und hohen Erntevarianten gemessen werden.

Konnten beim Mengen- und Energieertrag noch ein signifikanter Unterschied festgestellt werden, so war beim Rohproteintrag kein Gruppenunterschied feststellbar (siehe Tabelle 6). Alle drei Varianten erreichten einen Rohproteintrag von über 2.000 kg/ha. Dieser Ertrag ist etwa doppelt so hoch wie auf einem ha Bio-Sojabohne in Österreich geerntet wird. Eine Ursache für das hohe Rohproteintragsniveau ist der hohe Anteil an Weißklee im Bestand. Auf biologisch bewirtschafteten Dauerweiden kann sich Weißklee gut ausbreiten (Starz et al., 2011a), da eine mineralische N-Ergänzungsdüngung nicht möglich ist und so das Gras keine extrem dichte Narbe ausbilden kann.

Die tatsächlichen Erntehöhen in Tab. 6 wurden mit dem RPM erhoben. Da sich alle drei Höhen signifikant voneinander unterschieden wurde das Ziel in diesem Versuch, drei unterschiedliche Aufwuchshöhen zu beernten, erreicht. Obwohl die Reststoppelhöhe bei der niedrigen Variante etwas tiefer ausfiel kann der Unterschied von 0,3 cm, gegenüber den anderen beiden Varianten, als gering eingestuft werden. Die gemessenen Futterdichten mit knapp über 300 kg TM/cm (bezogen auf RPM cm) waren in allen Varianten sehr hoch und zeigten keine Unterschiede untereinander.

Weidefutter-Inhaltsstoffe

In Tabelle 7 sind die Verläufe der Rohnährstoffe, Gerüst-

Tabelle 7: Inhaltstoffe im Vegetationsverlauf (01.05.-22.10.) im Schnitt der sechsjährigen Versuchsdauer bei simulierter Kurzrasenweide

Parameter	Einheit	Termine							SEM	p-Wert	s _e
		1	2	3	4	5	6	7			
Erntehöhe	cm	8,4 ^{abc}	8 ^{bc}	7,7 ^{bc}	8,5 ^{ab}	9,2 ^a	7,3 ^c	5,3 ^d	0,4	< 0,0001	0,8
TM	g/kg FM	173 ^{bc}	195 ^a	182 ^b	174 ^c	168 ^c	172 ^c	171 ^c	2,1	< 0,0001	12,9
XA	g/kg TM	88 ^e	92 ^d	101 ^{ab}	99 ^{bc}	100 ^{abc}	98 ^c	102 ^a	0,7	< 0,0001	4,5
XP-Gehalt	g/kg TM	199 ^d	186 ^e	222 ^b	211 ^c	224 ^{ab}	231 ^a	229 ^{ab}	2,2	< 0,0001	14,0
XL	g/kg TM	31 ^a	26 ^d	29 ^c	30 ^b	29 ^{bc}	29 ^{bc}	29 ^c	0,2	< 0,0001	1,6
XF	g/kg TM	194 ^d	239 ^a	223 ^b	221 ^{bc}	215 ^c	199 ^d	178 ^e	1,9	< 0,0001	12,5
XX	g/kg TM	518 ^a	489 ^c	459 ^e	472 ^d	460 ^e	461 ^e	502 ^b	2,3	< 0,0001	14,1
NFC	g/kg TM	299 ^a	247 ^c	218 ^e	231 ^d	236 ^{cd}	243 ^c	275 ^b	3,6	< 0,0001	20,9
NDF	g/kg TM	382 ^e	449 ^a	430 ^b	429 ^b	411 ^c	398 ^d	365 ^f	3,7	< 0,0001	22,6
ADF	g/kg TM	230 ^c	280 ^a	264 ^b	274 ^a	257 ^b	236 ^c	216 ^d	2,0	< 0,0001	13,5
ADL	g/kg TM	26 ^c	34 ^a	33 ^a	33 ^a	33 ^a	31 ^b	27 ^c	0,5	< 0,0001	2,9
NEL	MJ NEL/kg TM	7 ^a	6,48 ^b	6,21 ^c	6,22 ^c	6,3 ^c	6,41 ^b	6,41 ^b	0,02	< 0,0001	0,12
P	g/kg TM	4,4 ^c	4,5 ^c	5,4 ^a	5,4 ^a	5,6 ^a	5,6 ^a	5,1 ^b	0,1	< 0,0001	0,4
K	g/kg TM	23,3 ^a	22,4 ^{ab}	23,9 ^a	23,1 ^a	24 ^a	23,4 ^a	21,2 ^b	0,5	< 0,0001	2,4
Ca	g/kg TM	8,4 ^e	9,2 ^{cd}	10,7 ^a	9,8 ^{bc}	10 ^b	9,2 ^d	10 ^b	0,2	< 0,0001	1,0
Mg	g/kg TM	2,9 ^c	3,1 ^c	3,8 ^{ab}	3,6 ^b	3,6 ^b	3,8 ^a	3,8 ^a	0,1	< 0,0001	0,3
Na	mg/kg TM	420 ^{cd}	360 ^{cd}	346 ^d	430 ^c	535 ^b	691 ^a	683 ^a	32,2	< 0,0001	143,3
Cu	mg/kg TM	11,6 ^d	11,3 ^d	12,6 ^c	13,3 ^b	15 ^a	14,6 ^a	13,2 ^b	0,2	< 0,0001	1,0
Mn	mg/kg TM	55,1 ^e	65,9 ^{de}	78,4 ^{cd}	84,3 ^{bc}	96 ^{ab}	98,8 ^a	99,4 ^a	4,4	< 0,0001	22,7
Zn	mg/kg TM	55,3 ^d	52 ^d	91,8 ^{bc}	91,3 ^{bc}	86 ^c	109 ^a	99,2 ^{ab}	3,3	< 0,0001	18,3

substanzen, Energie, Mineralstoffe und Spurenelemente zu den 7 Erntezeitpunkten (beweidete Varianten) in der Vegetationsperiode, für den am Bio-Institut durgeführten sechsjährigen Versuch, dargestellt. In der Rohproteinkonzentration (Tabelle 7 und Abbildung 4) zeigt sich ein Anstieg vom Sommer (19 %) bis zum Herbst hin (23 %). In diesem Stadium erreicht das Weidefutter XP-Konzentrationen, die dem Niveau der Körnererbse entsprechen. Mitverantwortlich dafür dürfte der hohe Anteil an Weißklee im Bestand sowie das Nutzungsstadium sein.

Bei den Verläufen von Rohprotein und Energie ist ein Absacken der Konzentrationen im Sommer zu beobachten (Tabelle 7 und Abbildung 4). Diese Abnahme ist bei der Energie ausgeprägter als beim Rohprotein. Eine mögliche Erklärung dafür liefern die Veränderungen der Gehalte an Strukturkohlenhydrate im Vegetationsverlauf. Diese nahmen zum zweiten Erntetermin im Mai stark zu (Tabelle 7 und Abbildung 5). Dabei handelt es sich um den Zeitpunkt wo die in dieser Untersuchung die Grasarten verstärkt mit der Halmbildung begannen. Diese Tendenz der Halmbildung war speziell auch bei Englischem Raygras ausgeprägt, da aufgrund der Winterhärte im Ostalpenraum hauptsächlich frühreife Typen in Übersaaten verwendet werden. Aber auch Wiesenrispengras, Wiesenschwingel, Wiesenlischgras und Kammgras zeigen in dieser Vegetationsperiode trotz intensiver Beweidung eine deutliche Tendenz Fruchtstände hervorzubringen.

Die Energiedichte im Weidefutter startete im Frühling mit sehr hohen Konzentrationen von um 7 MJ NEL/kg TM (siehe Tabelle 7 und Abbildung 4). Bei der zweiten Beerntung im Mai ging die Energiekonzentration im Sommer deutlich auf 6,5 zurück und lag im weiten Verlauf zwischen 6,2 und 6,3 MJ NEL/kg TM. Im Herbst, beim letzten und jungen Aufwuchs, lag die Energiekonzentration bei 6,4 MJ NEL/kg TM. Sowohl Energie- und Eiweißkonzentrationen bewegen sich auf einem Niveau, das in einem vorangegangenen Versuch am selben Standort erhoben wurde (Starz et al., 2011b). Neben Rohprotein und Energie zeigte das Futter

der simulierten Kurzrasenweide auch hohe Konzentrationen an Mineralstoffen und Spurenelementen was auch den Ergebnissen vergleichbarer Weidefutteruntersuchungen entspricht (Kessler et al., 1999b).

Die hohen Gehalte an Kalzium können neben dem Nutzungszeitpunkt auch auf die hohen Bestandesanteile an Weißklee im Bestand zurückgeführt werden. Beachtlich sind auch die hohen Konzentrationen an Phosphor einzustufen (Abbildung 4), obwohl die Böden laut Bodenuntersuchung nur gering mit verfügbarem Phosphor versorgt waren. Ein ähnliches Bild konnte in einem anderen Kurzrasenweideversuch auf einem Standort in Niederösterreich im südlichen Waldviertel festgestellt werden (Starz et al., 2014). Hier wurden auf Böden, die laut Bodenuntersuchung eine sehr geringe verfügbare P-Konzentration aufwiesen, P-Gehalte von bis zu 7,1 g/kg TM im Futter bestimmt. Auch auf diesem Standort bildete Weißklee einen wichtigen Anteil im Kurzrasenweidebestand. Die Ergebnisse weisen aber auch darauf hin, dass die derzeitige Bodenuntersuchungsmethodik auf humusreichen und umsetzungsaktiven Grünlandböden den P-Versorgungsstatus der Pflanzen nicht bzw. nur bedingt abbilden können.

Die Rohfaserkonzentration stieg von 19 % auf 24 % zum zweiten Termin im Mai und blieb über den Sommer auf 22 % (Tabelle 7). Erst im Spätsommer und Herbst sank sie bis auf 17 % ab. Ein Ähnliches Bild zeigen auch die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL). Diese waren während der Sommermonate am höchsten und nur im Frühling und Herbst niedriger (Tabelle 7 und Abbildung 5). Diese Effekte dürften ebenfalls hauptsächlich auf die Jahreszeitlich unterschiedliche Halmbildungstendenz der Gräser zurückzuführen sein. Wenn man die Werte für Lignin (ADL) betrachtet, dann zeigen diese die signifikant höchsten Mengen von Mai bis August.

Da höhere Anteile von Faserstoffen einen großen Einfluss auf die Energiedichte im Grundfutter haben, sank die Energiekonzentration in den Sommermonaten unter 6,5 MJ NEL/kg TM ab. In Gunstlagen – wo auch spätreife Englisch

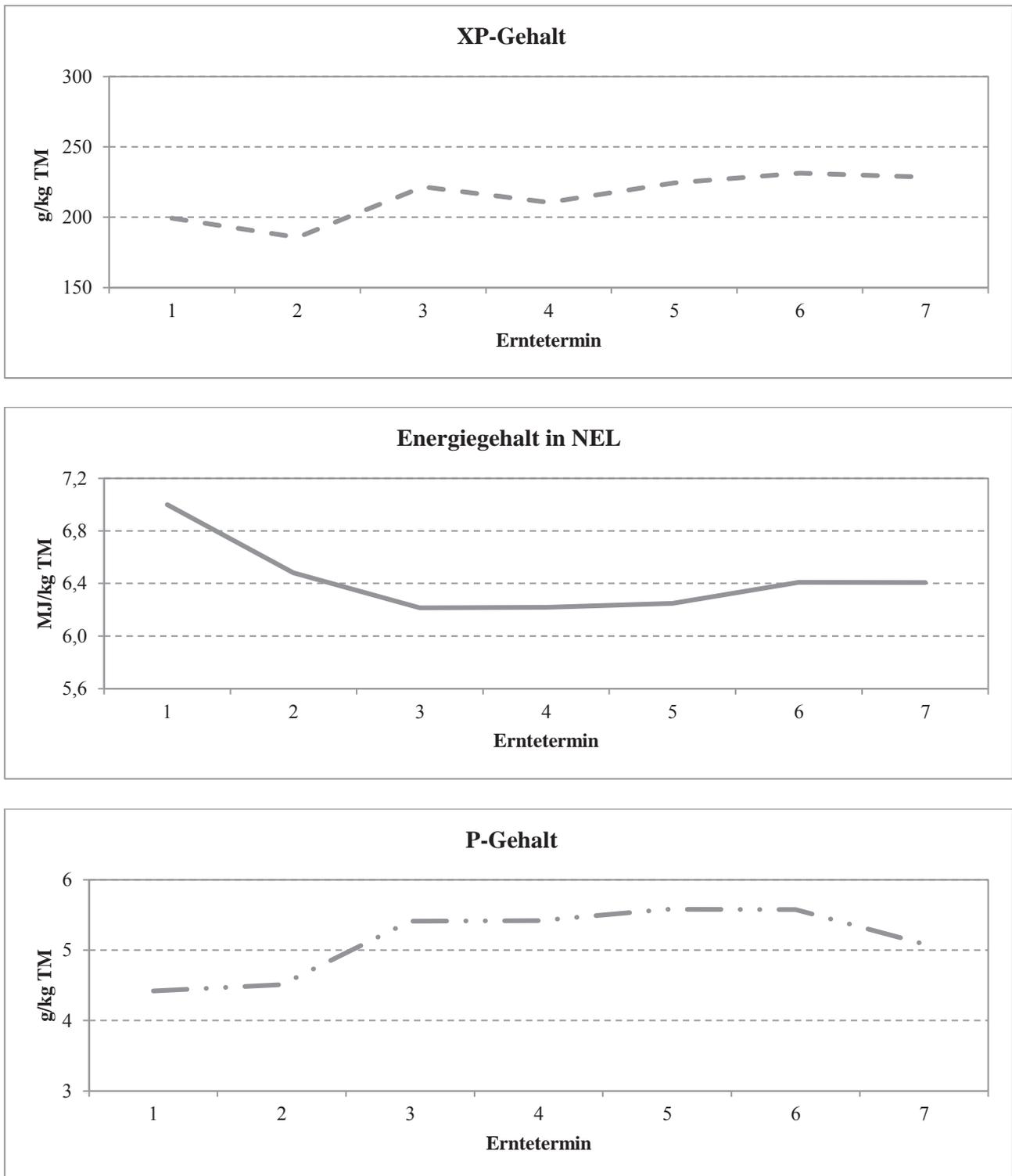


Abbildung 4: Verlauf der Rohprotein-, NEL- und Phosphorgehalte im Vegetationsverlauf (01.05.-22.10.) bei simulierter Kurzrasenweide

Raygras-Sorten verwendet werden – wurden im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen geringere Jahreszeitliche Schwankungen festgestellt (Thomet und Hadorn, 1996a). Hinsichtlich ausreichender Strukturkohlenhydrat-Versorgung der Wiederkäuer zeigt sich bei begrenztem Kraftfuttereinsatz kein Risiko. Laut dem National Research Council sollte die NDF Konzentration für hochleistendes

Milchvieh im Bereich von zumindest 250-330 g/kg TM (NRC, 2001) liegen.

Betrachtet man die Energie- (NEL) und Rohproteinkonzentrationen (XP) während der Vegetationszeit 2010 auf dem Standort in Niederösterreich, so erreichte das Futter der simulierten Kurzrasenweide von Juni bis August höhere NEL und XP Gehalte als die Koppelweide.

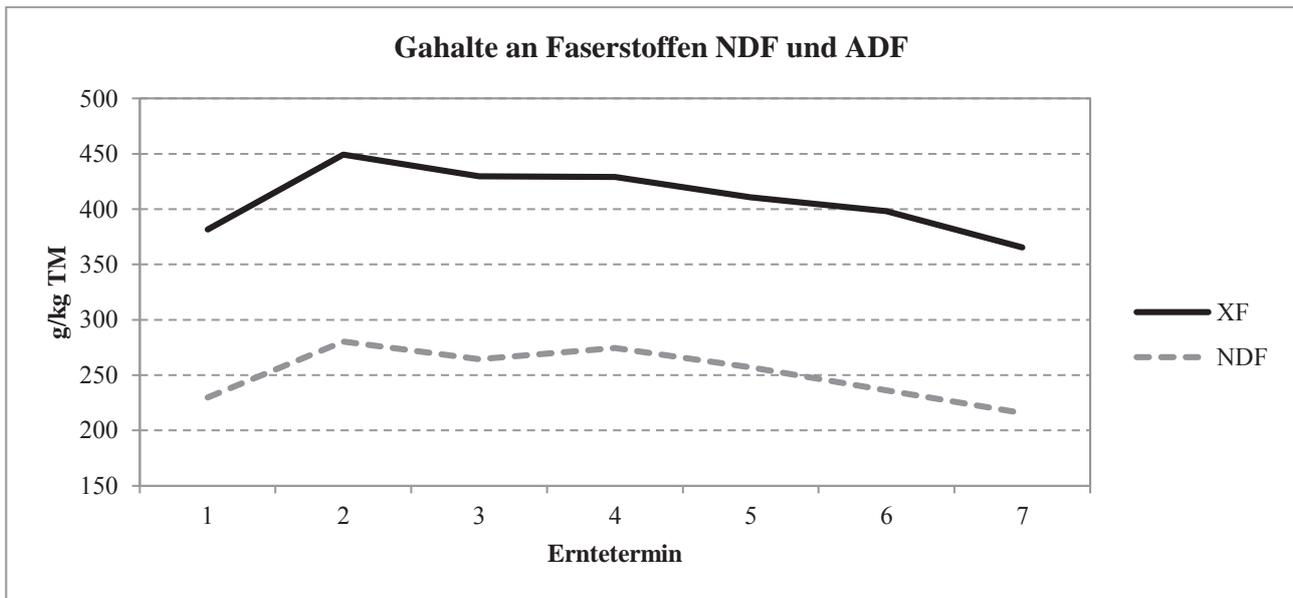


Abbildung 5: Verlauf der Gerüstsubstanzen NDF und ADF im Vegetationsverlauf (01.05.-22.10.)

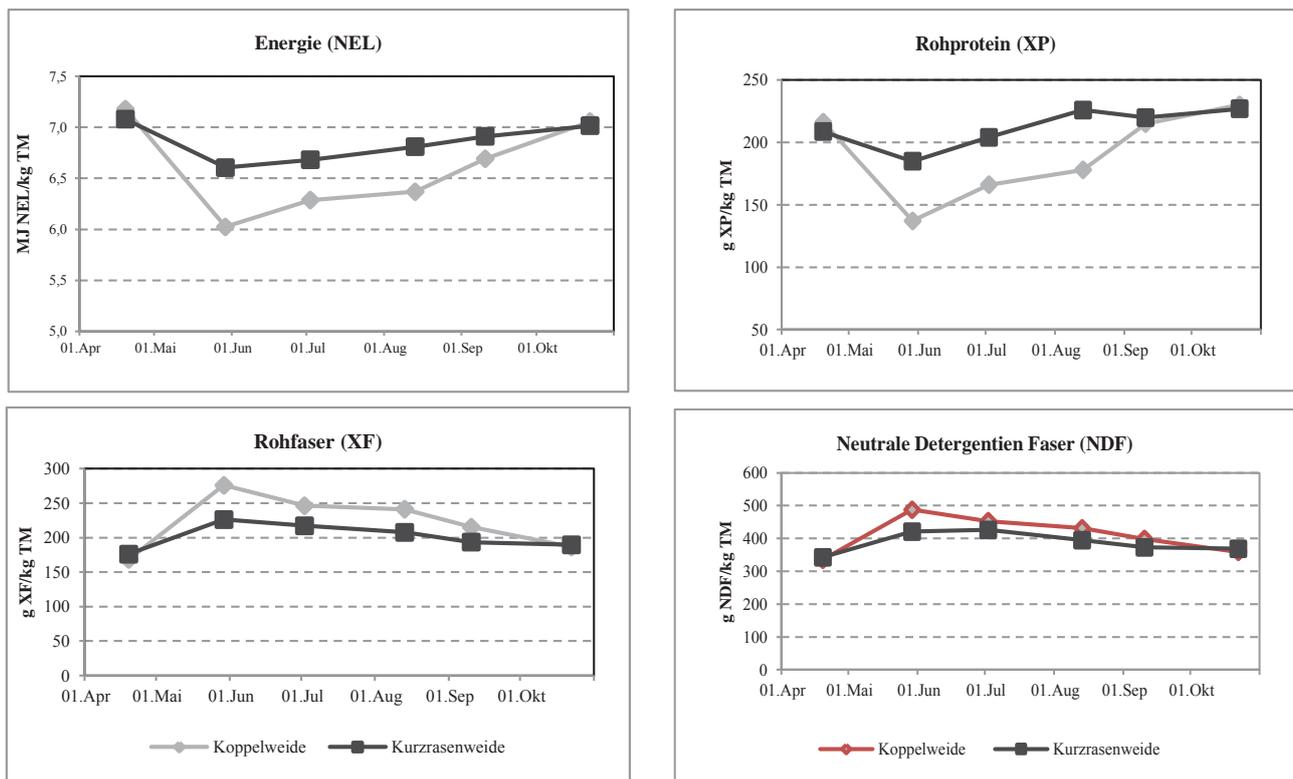


Abbildung 6: Konzentrationen an Energie (NEL), Rohprotein (XP), Rohfaser (XF) und Neutral Detergenzien Faser (NDF) im Futter der Kurzrasen- und Koppelweide

Am 19. April 2010 wurden beide Varianten gleichzeitig geschnitten und das Futter erreichte zu diesem Zeitpunkt eine Energiekonzentration von 7,1-7,2 MJ NEL/kg TM. Danach fiel die Energiekonzentration ab und stieg Richtung Herbst wieder an. Der Abfall war im Koppelsystem deutlicher ausgeprägt.

Der Rohproteingehalt verhielt sich ähnlich und war auch in den Sommermonaten in der Kurzrasenweide am höchsten. Das Kurzrasensystem hatte bis auf den zweiten Termin immer Gehalte über 200 g/kg TM. Im Gegenzug dazu war

sowohl die Konzentration an Rohfaser (XF) als auch der Neutralen Detergenzien Fasern (NDF) in der Koppelweide etwas höher. Die Rohfasergehalte waren in den Sommermonaten in beiden Systemen über 200 g/kg TM und unterschritten diese Grenze lediglich zu Weidebeginn bzw. zu Weideende.

Schlussfolgerungen

Die Kurzrasenweide ist aufgrund der geringeren Arbeitsbelastung, gegenüber anderen Weidesystemen, gerade

für Betriebe mit kleinen Herdengrößen interessant. Die österreichische Landwirtschaft ist sehr klein strukturiert. So beträgt die durchschnittliche Größe der Bio-Betriebe 19 ha und es werden 10 Kühe pro Bio-Betrieb gehalten. Daher kann die Kurzrasenweide ein interessantes System für viele Grünlandbetriebe im Berggebiet der Ostalpen darstellen. Neben Englischem Raygras stellen Wiesenrispengras, Wiesenschwingel, Wiesenlischgras und Kammgras wichtige Arten intensiver genutzten Dauerweidebeständen in alpinen Lagen dar. Damit können auch bei einer intensiven Nutzung eine relativ hohe Biodiversität und damit stabile Pflanzengesellschaften erreicht werden.

Mit diesen Untersuchungen konnte grundsätzlich gezeigt werden, dass unter dem rauerem Klima des Ostalpenraumes hohe Futterqualitäten im System der Kurzrasenweide erreichbar sind. Die größte Einschränkung gegenüber den klimatisch begünstigteren Gebieten in den Westalpen ist die kürzere Vegetationsdauer. Trotz der kürzeren Wachstumszeit erreichen die Bestände hohe Inhaltstoffkonzentrationen und liefern damit den Wiederkäuern ein qualitativ hochwertiges Weidefutter.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit lassen ebenso die Tendenz erkennen, dass auf trockenheitsgefährdeten Standorten die Koppelweide günstiger abschneidet als die Kurzrasenweide. Die angestrebte Aufwuchshöhe beim Bestoßen einer Koppel hat einen entscheidenden Einfluss auf den möglichen Jahresertrag. Dies konnte in diesem Versuch im Jahr 2013 und in einem vorangegangenen Versuch (Starz et al., 2013a) im Jahr 2010 gezeigt werden. In der vorliegenden Arbeit konnte beobachtet werden, dass der Mehrertrag von Aufwuchshöhen ab 10 cm (RPM) nicht weiter gesteigert werden kann. Zumindest nicht unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft. Hier gilt es die Ressourceneffizienz zu steigern und mit den betriebseigenen Ressourcen einen optimalen Flächenertrag zu erzielen.

Weidenutzung im 21. Jahrhundert erfordert eine professionelle Planung und ein betriebsangepasstes, optimiertes Management. Dazu zählen die Wahl des am besten zum Betrieb passenden Weidesystems, sowie die damit verbundenen Konsequenzen, wie dem regelmäßigen Messen der Aufwuchshöhe. Daneben gilt es über gezielte Übersaaten, den Pflanzenbestand weidefit zu machen und langfristig stabile Bestände zu erzielen, die über eine bedarfsgerechte Düngung und Pflege ertragreich bleiben.

Werden die Spielregeln der Weide eingehalten und umgesetzt, so ist das System gerade für Low-Input und Bio-Betriebe eine interessante Fütterungsstrategie für eine langfristige ökonomische Absicherung und entspricht im höchsten Maße den Vorstellungen der Konsumentinnen und Konsumenten.

Literatur

- Creighton, P.; Kennedy, E.; Gilliland, T.; Boland, T.M. und O'Donovan, M. (2010): The effect of sward *Lolium perenne* content and defoliation method on seasonal and total dry matter production. *Grassland in a changing world - Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, 15, 904-906.
- GfE (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, 7, *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, 141-150.
- Kessler, J.; Vogel, R.; Thomet, P. und Hadorn, M. (1999a): Mineralstoffgehalt von Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 6 (3), 88-91.
- Kessler, J.; Vogel, R.; Thomet, P. und Hadorn, M. (1999b): Mineralstoffgehalt von Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 6 (3), 88-91.
- NRC (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. In Council (Ed.), National Academy Press, Washington, D.C., 37.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentenschätzung“. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105 (1), 33-43.
- Schori, F. (2009a): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung* 16 (11-12), 436-441.
- Schori, F. (2009b): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung* 16 (11-12), 436-441.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2011a): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Verlag Dr. Köster, 16.-18.03.2011, 93-96.
- Starz, W.; Kreuzer, J.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013a): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013b): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung, Bonn, 05.-08.03.2013, 146-149.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2011b): Forage feeding value of continuous grazed sward on organic permanent grassland. *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions - Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation*, Irnding, 16, 29.-31.08.2011, 356-358.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. *Grassland in a changing world - Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, 15, 1009-1011.
- Starz, W.; Steinwidder, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2014): Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayrischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern - Öko-Landbau-Tag 2014*, Triesdorf, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, 09.04.2014, 49-55.
- Starz, W. und Steinwidder, A. (2007): Stickstoffflüsse auf der Weide bei Vollweidehaltung im alpinen Raum Österreichs. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zwischen Tradition und Globalisierung, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.-23.03.2007, 17-20.
- Thomet, P. und Hadorn, M. (1996a): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.
- Thomet, P. und Hadorn, M. (1996b): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.
- Thomet, P. und Blättler, T. (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* 5 (1), 25-28.
- Thomet, P.; Leuenberger, S. und Blättler, T. (2004): Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. *Agrarforschung Schweiz* 11 (8), 336-341.

Produktionstechnische Erfolgsfaktoren für eine wirtschaftliche Weidemilchproduktion am Beispiel Süddeutschlands

Lukas Kiefer^{1*} und Enno Bahrs¹

Zusammenfassung

Zur Analyse verschiedener bestehender Weidemilchproduktionssysteme in Süddeutschland wurden mit Unterstützung des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg 81 Milchviehbetriebe aus Baden-Württemberg, Bayern und Hessen mit Weidehaltung im Haupterwerb zufällig ausgesucht und in Bezug auf Arbeitswirtschaft, Betriebszweigauswertung Milchvieh inkl. Jungvieh, einzelbetriebliche Buchführungsergebnisse sowie Produktionstechnik der Weidewirtschaft über drei Wirtschaftsjahre (2009-2011) untersucht. Aus den Ergebnissen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse der Stichprobe geht hervor, dass ökonomisch erfolgreiche Weidemilcherzeuger häufig durch ökologische Milchproduktion sowie hohe Grundfutterleistungen gekennzeichnet sind. Außerdem sind die erfolgreichen Betriebe in der Regel größer, arbeitseffizienter und nutzen insbesondere die bestehenden Weideflächen – häufig auch in Kombination mit saisonaler Abkalbung – durch eine längere Weidezeit, intensiveres Beweiden und weniger Zufütterung effizienter aus. Dafür sind i. d. R. ausreichend arrondierte und gleichzeitig beweidbare Flächen notwendig. Ist letzteres nicht der Fall und/oder können die mit dem Ökolandbau zumindest in der Vergangenheit erzielbaren Mehrerlöse nicht generiert werden, so ist die Weidemilchproduktion in ihrer Wettbewerbsfähigkeit gemäß Stichprobe erheblich eingeschränkt.

Schlagwörter: Weidehaltung, Weidesysteme, Milcherzeugung, Wirtschaftlichkeit, Grünland, ökologisch

Summary

For the objective of analysing various existing pasture-based milk production systems, funded by the Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, 81 professional pasture-based dairy farms from the German states Baden-Wuerttemberg, Bavaria and Hesse were chosen at random and their work organisation, economy of dairy cattle incl. young cattle, accounting results of the individual farms and the production techniques of pasture farming investigated over three financial years (2009-2011). The results of the profitability analysis of this sample shows that economically successful pasture-based milk producers frequently feature organic and roughage-based milk production. Furthermore, the successful farms are larger, more work-efficient as a rule and utilize existing pasture areas more efficiently due to a longer grazing time, more intense grazing and less supplementary feeding, frequently in combination with seasonal calving. As a rule, this requires grazeable areas with sufficiently realigned boundaries. If the latter are unavailable or if the surplus previously achievable by organic farming cannot be generated, then the competitiveness of pasture-based milk production is significantly restricted according to the results of the sample.

Keywords: pasture system, milk production, profitability, grassland organic

Einleitung

Landwirtschaftliche Betriebe mit hohen Grünlandanteilen erfüllen häufig viele wichtige Ökosystemdienstleistungen, u.a. bezüglich Klima-, Umwelt- und Naturschutz sowie Landschaftserhalt (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Der Rückgang der Milchviehbestände in Süddeutschland führt jedoch dazu, dass insbesondere Grünlandflächen aus der Produktion fallen bzw. weniger effizient genutzt werden (BfN, 2012). Regelmäßigen Weidegang hatten bei der letzten diesbezüglichen landwirtschaftlichen Zählung im Jahr 2010 in Baden-Württemberg nur noch 28% der Milchkühe bzw. 16% der Milchkühe in Bayern (Statistisches Bundesamt, 2011). Jedoch gilt der Weidegang sowohl bezüglich generierbarer Ökosystemdienstleistungen innerhalb verschiedener Grünlandnutzungssysteme als auch

aus Perspektive des Tierwohls als besonders vorteilhaft (vgl. Legrand et al., 2009; Charlton et al., 2011; Brade, 2012). Diesbezüglich unterscheidet Steinwidder (2016) zwischen Halbtagsweide mit 7 bis 10 Stunden Weidegang (tagsüber oder nachts) und Ganztagsweide mit 20 bis 24 Stunden Weidegang pro Tag. Der höchste Weidegrasanteil in der Ration lässt sich bei Vollweidehaltung als besonderer Form der Ganztagsweide mit saisonaler Abkalbung und geringer Zufütterung verwirklichen (Steinwidder, 2016). Diese Weideform ist gemäß Leisen et al. (2010) sehr gut mit ökologischer Milchproduktion kombinierbar, die in den vergangenen Jahren zeitweise deutlich höhere Erzeugerpreise erzielen konnte (Biomilchpreise.de, 2016).

Gegenüber der Fütterung im Stall können bei Vollweidehaltung durch einen niedrigeren Maschinen- sowie

¹ Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, D-70593 Stuttgart

* Ansprechpartner: Dr. sc. agr. Lukas Kiefer, lukas_kiefer@uni-hohenheim.de

Energieeinsatz (Frank et al., 2011) sowie einen verringerten Arbeitsaufwand die Produktionskosten der Milchproduktion reduziert werden (vgl. Thomet, 2006; Leisen et al., 2010; Steinwider et al., 2010; LFL, 2012), was sich dementsprechend auch positiv in der Wirtschaftlichkeit der Weidehaltung auf Betriebsebene widerspiegeln müsste. Daraus ergeben sich die folgenden beiden Fragestellungen, die im Rahmen dieses Beitrags diskutiert und beantwortet werden sollen:

- Durch welche produktionstechnischen Bestimmungsfaktoren für ökonomischen Erfolg sind Weidebetriebe in Süddeutschland gekennzeichnet?
- In welchem Umfang werden die Betriebsergebnisse vom Eintreffen bzw. Fehlen der genannten Bestimmungsfaktoren beeinflusst?

Diese Fragen waren u.a. Bestandteil eines Forschungsprojekts an der Universität Hohenheim, in welchem die Produktionstechnik und die Betriebswirtschaft von 81 süddeutschen Milchviehbetrieben mit Weidenutzung untersucht wurden und die im folgenden Kapitel genauer beschrieben werden sollen.

Methode und Stichprobenbeschreibung

Die 81 untersuchten Weidemilchbetriebe (vgl. Tabelle 1) wurden zufällig ausgewählt und in Bezug auf Arbeitswirtschaft, Betriebszweigauswertung Milchvieh inkl. Jungvieh, einzelbetriebliche Buchführungsergebnisse sowie Produktionstechnik der Weidewirtschaft über drei Wirtschaftsjahre (2009-2011) analysiert. Für die Betriebszweigauswertung berücksichtigte Faktorkostenansätze gestalten sich wie folgt: 15 Euro Stundenentlohnung für Familienarbeitskräfte, 5% Zinsansatz für das eingesetzte Kapital, ortsübliche Pachtansätze für eigene Flächen.

Die Betriebe befinden sich überwiegend in den Dauergrünlandregionen Baden-Württembergs (Schwarzwald, Allgäu) und in Mischgebieten zwischen Acker- und Grünlandnutzung Bayerns (Oberbayern) und Hessens (Odenwald). Die Höhenlage der Betriebe liegt zwischen 250 und 1100 Meter ü. NN. Die Weidebetriebe mussten für die Projektteilnahme eine während der Vegetationszeit täglich mindestens sechsstündige Weidephase, einen Mindestbestand von 25 Kühen und einen Laufstall vorweisen und ihr Haupterwerbseinkommen aus der Milchviehhaltung beziehen. Damit sollten die Zukunftsfähigkeit und der Wille zur Weiterentwicklung der Betriebssysteme in den Fokus gestellt werden. In diesem Convenience Sample betreiben viele der Betriebe nicht ein von Thomet (2006), Leisen et al. (2010), Steinwider et al.

(2010) oder LFL (2012) exakt beschriebenes Weidesystem, sondern versuchen vielmehr, die Weideführung ihrem Standort und ihren persönlichen Neigungen anzupassen. Die wichtigsten produktionstechnischen Details zu der Stichprobe können Tabelle 1 entnommen werden.

48% der Betriebe praktizieren als Weidesystem unterschiedliche Intensitäten der Kurzrasenweide, bei welcher das Weidegras einer sehr frühen und andauernden Nutzung unterzogen wird (vgl. LFL, 2012), während 52% Umtriebs- oder Portionsweide mit weniger Nutzungen pro Jahr und längeren Erholungsphasen für den Grasbestand betreiben (vgl. Elsässer und Thumm, 2013).

Ergebnisse

An anderer Stelle bereits publizierte Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit der Weidebetriebe im Vergleich mit Betrieben mit ganzjähriger Stallhaltung deuteten an, dass bei guter Umsetzung der jeweiligen Weidestrategie und geeigneten Standortbedingungen in Verbindung mit nicht allzu hohen Flächenkosten eine gleichwertige oder je nach Milchpreisniveau teilweise sogar höhere Rentabilität der Weidehaltung gegenüber der ganzjährigen Stallhaltung gegeben sein kann (Kiefer et al., 2014). Jedoch lassen große Unterschiede innerhalb der Stichprobe zwischen dem Durchschnitt und den erfolgreicherer Betrieben noch bedeutende Optimierungspotenziale in der Praxis vermuten.

Um diese zu detektieren und die wesentlichen Bestimmungsfaktoren für den betriebswirtschaftlichen Erfolg zu erfassen, sollen diese im folgenden Schritt mittels multipler linearer Regression für die Parameter kalkulatorisches Betriebszweigergebnis pro kg Milch, kalkulatorisches Betriebszweigergebnis pro Betrieb, Grundrente pro ha und Stundenentlohnung im Durchschnitt der drei untersuchten Wirtschaftsjahre herausgearbeitet werden. Der Einfluss einzelner Variablen kann sich dabei in Abhängigkeit von der zu betrachtenden ökonomischen Zielgröße unterscheiden.

Die durch die Regression erzielten Bestimmtheitsmaße liegen zwischen 0,465 und 0,66 und werden in Tabelle 2 dargestellt. Die Beta-Werte zeigen als standardisierte Koeffizienten den jeweiligen Einfluss der einzelnen Bestimmungsfaktoren, wobei hohe Werte unabhängig vom Vorzeichen für ein hohes Signifikanzniveau stehen. Leere Felder zeigen an, dass für diesen Bestimmungsfaktor das Signifikanzniveau ($p < 0,05$) nicht erreicht wurde.

Tabelle 2 macht deutlich, dass innerhalb der Stichprobe vor allem der Milchpreis (in enger Beziehung zur ökologischen Wirtschaftsweise) einen wesentlichen Einfluss auf den

Tabelle 1: Produktionstechnische Daten von 81 süddeutschen Milchviehbetrieben mit Weidehaltung der Wirtschaftsjahre 2009 bis 2011.

		Mittelwert	Variationskoeffizient %	Minimum	Maximum
Höhenlage	m. ü. NN	662	35	220	1090
Kuhbestand	Stück	43	37	20	87
Hauptfutterfläche	ha	56	42	18	148
Grünlanderträge	dt/ha	65	26	38	115
Milchleistung	kg ECM/ Kuh	6.239	21	2.642	8.999
Grundfutterleistung	kg/Kuh	3.740	28	81	6.594
Krafftuttereinsatz	dt/Kuh	12,2	54	0,2	31,1
Weidestunden	h/a	2.400	46	760	4.800
Hof-Feld-Entfernung	m	770	110	50	6.000
Reproduktionsrate	%	30,3	29	12,6	45,3

Tabelle 2: Darstellung signifikanter Bestimmungsfaktoren für verschiedene ökonomische Kenngrößen durch multiple lineare Regression

	Kalk. BZE/kg Milch		Kalk. BZE/Betrieb		Grundrente/ha		Stundenentlohnung	
Bestimmtheitsmaß R ²	0,660		0,571		0,623		0,465	
Standardfehler	0,063		14.985		318,1		5,919	
Nicht standardisierte Koeffizienten für Konstante	B	SE	B	SE	B	SE	B	SE
	-0,694	0,08	-103.501	14.066	-2.086	303	-3,459	3,470
Standardisierte Koeffizienten für signifikante Bestimmungsfaktoren	Beta		Beta		Beta		Beta	
Milchpreis	0,593		0,466		0,413		0,439	
Grundfutterleistung in kg ECM/Kuh	-		0,257		0,280		0,358	
Weidesystem ¹	-		-0,215		-		-	
Milchleistung in kg ECM/Kuh	0,528		-		-		-	
Hauptfutterfläche in ha	-		-		0,374		-	
Arbeitsaufwand/Kuh	-0,337		-		-		-	
Kuhbestand	-		-		-		0,222	
Weidestunden/Kuh	0,203		-		-		-	
Arrondierter Flächenanteil in %	-		0,197		-		-	

¹: Dummy-Variablen: 0 = Kurzrasenweide, 1 = Umtriebs- und Portionsweide
Quelle: Kiefer et al. (2013)

Tabelle 3: Vergleich des Durchschnitts der Weidebetriebe hinsichtlich produktionstechnischer Merkmale sowie ökonomischer Kennzahlen mit den 10 % wirtschaftlich erfolgreichsten Betrieben (entsprechend kalkulatorischem Betriebszweigergebnis/kg Milch)

	Einheit	Durchschnitt aller Weidebetriebe	10% wirtschaftlich erfolgreichste Weidebetriebe
Betriebe	Anzahl	81	8
Produktionstechnik			
Auszahlungspreis	Ct/kg	38,7	45,8
(Anteil Ökobetriebe)	(%)	(44)	(100)
Grundfutterleistung	kg/Kuh	3.740	4.382
Milchleistung	kg/Kuh	6.239	6.019
Flächenausstattung	ha	56	61
Gesamter Arbeitsaufwand pro Kuh	h/a	84	63
Kuhbestand	Stück	43	51
Weidestunden	h/a	2.424	3.477
Arrondierungsgrad	%	59	76
Wirtschaftlichkeit			
Förderung 2. Säule	€/ha	253	259
Kalk. BZE/kg Milch ¹	Ct/kg	-10,6	4,4
Kalk. BZE/Betrieb ¹	€/Betrieb	-22.710	15.148
Grundrente ²	€/ha	-316	419
Gewinn pro Arbeitsstunde inkl. Betriebsprämien	€/h	12,54	28,52

1) unter Berücksichtigung von Faktorkostenansätzen von 15 €/Stunde, 5% Zinsansatz auf Kapital und ortsübliche Pachtansätze; ohne Betriebsprämien

2) dient als Größe zur Entlohnung der Fläche; unter Berücksichtigung von Faktorkostenansätzen von 15 €/Stunde und 5% Zinsansatz auf Kapital; ohne Flächenkosten und Betriebsprämien

betriebswirtschaftlichen Erfolg von Weidebetrieben hat.

Die ökologische Wirtschaftsweise ist zudem mit höheren staatlichen Ausgleichsleistungen verbunden. Die Merkmale Grundfutterleistung und Milchleistung pro Kuh sowie die Betriebsgröße (Hauptfutterfläche und Kuhbestand) sind nicht unbedingt dem System Weidehaltung zuzuordnen, sondern können eher als allgemein bedeutend eingestuft werden. Das Weidesystem, der Arbeitsaufwand pro Kuh (in enger Beziehung zu saisonaler Abkalbung), die Weidestunden und der Anteil arrondierter Flächen sind hingegen typische Merkmale einer intensiven Weidemilcherzeugung (vgl. Leisen et al., 2010; Thomet et al., 2011; LFL, 2012), wie sie häufig auf Vollweidebetrieben praktiziert wird.

In Tabelle 3 werden die im Rahmen der multiplen linearen Regression festgestellten Bestimmungsfaktoren für eine wirtschaftlich erfolgreiche Milchproduktion in absoluten Werten hinsichtlich ihres Einflusses innerhalb der Stichprobe überprüft.

Dazu wird der Durchschnitt der Weidebetriebe mit den 10 % wirtschaftlichsten Betrieben aus der Stichprobe verglichen. Dabei ist im produktionstechnischen Teil der Tabelle festzustellen, dass die Ausprägung der oben dargestellten Bestimmungsfaktoren bei den 10% wirtschaftlich erfolgreichsten Betrieben größer ist als im Durchschnitt der Stichprobe. So wirtschaften z.B. alle Betriebe der 10% erfolgreichsten nach ökologischen Richtlinien und erzielen daher höhere

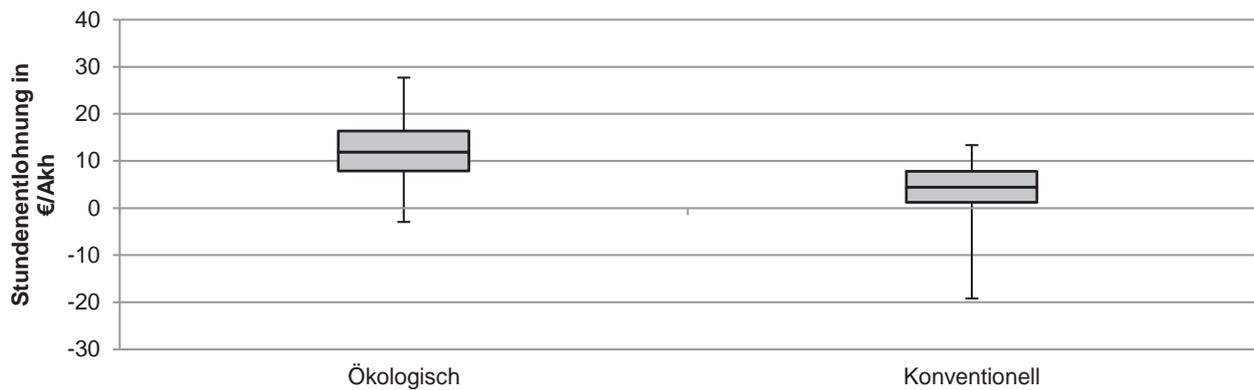


Abbildung 1: Stundenentlohnungen in €/Arbeitskraftstunde (Akh) als Whisker-Boxplot im Vergleich der ökologisch wirtschaftenden mit den konventionellen Betrieben der Stichprobe nach Abzug von Faktorkosten für Boden und Kapital; ohne Betriebsprämien (verändert nach Kiefer et al., 2013)

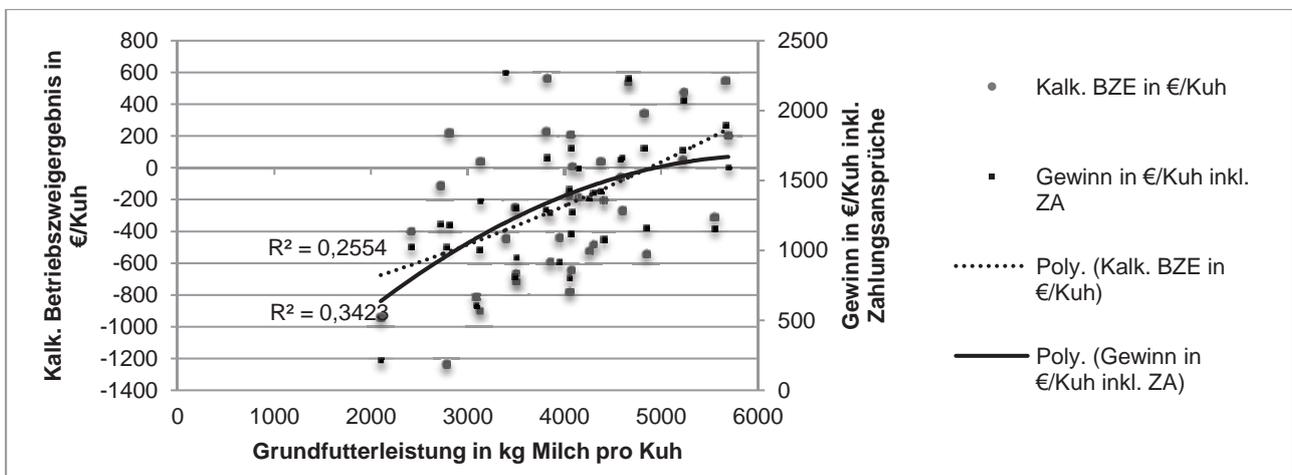


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen der Grundfutterleistung pro Kuh und ökonomischen Kennzahlen der Ökobetriebe innerhalb der Stichprobe.

Quelle: Kiefer et al. (2015)

Milchpreise. Lediglich im Kriterium „Milchleistung pro Kuh“ trifft die statistische Auswertung nicht zu, so dass diese für die 10% wirtschaftlich erfolgreichsten Betriebe offenbar von geringerer Relevanz ist.

Die Daten zur Wirtschaftlichkeit im unteren Teil der Tabelle skizzieren den großen wirtschaftlichen Unterschied der Gesamtstichprobe zur Teilstichprobe der erfolgreichsten 10% und unterstreichen damit den Einfluss der jeweiligen Bestimmungsfaktoren auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg.

Ob der sich ergebende wirtschaftliche Vorteil der Ökomilcherzeuger generell dazu führt, dass eine konventionelle Weidemilchstrategie in Süddeutschland nicht erfolgversprechend ist, kann schon alleine aufgrund des nicht repräsentativen Charakters der untersuchten Stichprobe nicht beantwortet werden. Die Weidehaltung zur Senkung der Produktionskosten ist jedoch gemäß Stichprobe gut mit ökologischer Produktionsweise kombinierbar, weil die produktionstechnischen Ziele sich größtenteils decken. Dementsprechend hatten Ökobetriebe der Stichprobe nur um 3 Cent höhere Produktionskosten pro kg Milch als konventionelle Betriebe, die zudem vollständig durch die mit dem ökologischen Landbau verbundenen Prämien der 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik abgegolten waren. Der jeweils vorhandene Milchpreisaufschlag konnte inner-

halb der Stichprobe daher jeweils häufig als „kostenfreier Zusatzerlös“ verbucht werden und führte unter anderem zu deutlich höheren Stundenentlohnungen (Abbildung 1).

Als nächstwichtigster Einflussfaktor für ökonomischen Erfolg wurde oben die Grundfutterleistung dargestellt. Diese kann im Weidebetrieb als eine Art Komprimierung verschiedener produktionstechnischer Merkmale verstanden werden, welche z.B. das Weidesystem, die Weideleistungen, die Dauer der Beweidung, die Art und Höhe der Zufütterung bis hin zum Arrondierungsgrad betreffen, weil hofnahe Flächen i.d.R. besser beweidet werden können als hofferne Flächen. Abbildung 2 macht deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit der Weidemilchproduktion von steigenden Grundfutterleistungen erheblich profitiert. Dabei wurden in dieser Abbildung exemplarisch nur die Ökobetriebe der Stichprobe berücksichtigt, um den Einfluss des Milchpreises auf die Ergebnisse gering zu halten.

Diskussion

Vor allem der Blick auf die wirtschaftlich erfolgreichsten Weidemilcherzeuger der nicht repräsentativen Stichprobe macht das Potenzial des gesellschaftlich erwünschten Grünlanderhalts durch Weidenutzung deutlich, was auch durch viele weitere Studien und Untersuchungen bestätigt

wird (z.B. Thomet, 2006; Leisen et al., 2010; Steinwigger et al., 2010; LFL, 2012). Sind die für eine ökologische Weidemilchproduktion notwendigen Voraussetzungen nicht vorhanden, weil sich z.B. kein Abnehmer für Biomilch in der Region findet, so scheint eine ökonomisch sinnvolle Weidemilchstrategie im Vergleich zur ganzjährigen Stallhaltung eher schwer umsetzbar. Die niedrigeren Futter- und Fütterungskosten der Weidehaltung alleine können im konventionellen Landbau das damit meist verbundene tiefere Milchleistungsniveau (vgl. auch Dillon, 2005) nämlich kaum kompensieren. Schwierigkeiten in der Umsetzung einer erfolgreichen Weidestrategie haben auch alle Betriebe mit nicht oder nur wenig arrondierten Betriebsflächen. Ist nämlich ein Weidebetrieb in einer Dauergrünlandregion durch zu weit entfernte Betriebsflächen nicht in der Lage, möglichst hohe Weidegrasanteile in die Ration zu integrieren, so erhöht dies entweder die Futterwerbungskosten und/oder er ist auf den Zukauf von vergleichsweise teurem Kraftfutter angewiesen. Die vorhandenen, betriebseigenen Ressourcen werden dementsprechend nicht in vollem Umfang ausgenutzt, was sowohl für den konventionellen wie auch den ökologischen Landbau gelten kann. Mobile Weidemelkstände können zwar eine Alternative sein, um eine Weidestrategie trotz weit vom Stall entfernter Betriebsflächen umzusetzen. Allerdings sind damit auch gemäß Stichprobe, in welcher wenige Betriebe mit einem Weidemelkstand arbeiteten, zumindest ein höherer Arbeitszeitaufwand sowie Einschränkungen im Weidemanagement im Vergleich zu vollarrondierten Betrieben zu berücksichtigen.

Aus ökonomischer Sicht ist nicht in erster Linie entscheidend, ob die Weidestrategie auch Bausteine wie „saisonale Abkalbung“, „Ganztagsweidegang“, „Kurzrasenweide“, oder „Weidekuhgenetik“ berücksichtigt, wenngleich dennoch erkennbar ist, dass eine vollständige und konsequente Integration dieser Komponenten in die Weidestrategie zu wirtschaftlich größerem Erfolg führen kann.

Um die Weidehaltung im deutschsprachigen Raum weiter zu etablieren und ein vergleichbares produktionstechnisches Niveau wie in Ländern mit etablierten Vollweidesystemen zu erreichen, sind neben weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen vor allem die Ausbildung und Beratung gefragt. Schließlich könnten viele aufgrund der Betriebsstruktur oder individuellen Einstellung eigentlich prädestinierten Betriebsleiter mit einer Umstellung auf intensive Weidenutzung zögern, weil damit ein Paradigmenwechsel in der einzelbetrieblichen Milchproduktion verbunden sein kann oder weil in den vergangenen Jahren hohe Investitionen im Stallbau getätigt wurden, die eine Weidestrategie nicht oder kaum zulassen.

Aus Perspektive der in der Stichprobe festgestellten Standortbedingungen und untersuchten Produktionstechniken scheint eine weitgehende Übertragbarkeit der vorgefundenen Ergebnistrends auch auf das Alpengebiet gegeben, sofern sich die Kostenstrukturen sowie die Erlöse und Prämienanteile ähnlich gestalten wie in den vorgestellten Analyse-Regionen. Für eine Bestätigung und um auf landwirtschaftlicher Betriebsebene in noch größerem Maße von bereits bestehenden Erkenntnissen zu profitieren, wären allerdings methodisch aufeinander abgestimmte Analysen zur Ertragsleistung von Weideflächen, den auf den Betrieben vorhandenen Produktionstechniken und der damit verbundenen Ökonomie mit einem größeren, überregionalen Sample

auch außerhalb Süddeutschlands wünschenswert.

Literatur

- BfN (2012): Vorschläge zur Ausgestaltung von Instrumenten für einen effektiven Schutz von Dauergrünland. Bundesamt für Naturschutz. Bonn.
- Biomilchpreise.de (2016): Informationen zum Bio-Milchpreis. Internetquelle: <http://www.biomilchpreise.de>. Einsicht am 29.09.2016
- Brade, W. (2012): Vor- und Nachteile der Weidehaltung von hochleistenden Milchkühen. Erschienen in: Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. 90(3):447-466.
- Charlton, G.L., Rutter, S.M., East, M., Sinclair, L.A. (2011): Preference of dairy cows: In-door cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Applied Animal Behaviour Science*. 130:1-9.
- Dillon, P., Roche, J.R., Shalloo, L., Horan, B. (2005): Optimising financial returns from grazing in temperate pastures. Utilisation of Grazed Grass in Temperate Animal Systems. In: Proc. Satellite Workshop of the XXth International Grassland Congress, Cork, Ireland. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. 2005;p. 131-147
- Elsäßer, M. und Thumm, U. (2013): Gruenland-Online: Weidehaltung. Internetquelle: <http://www.gruenland-online.de>. Einsicht am 23.10.13.
- Frank, H., Schmid, H. und Hülsbergen, K. J. (2011): Analyse des Energieeinsatzes und der Energieeffizienz bei der Futtererzeugung in der Milchviehhaltung. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Justus-Liebig-Universität Gießen. 15. – 18. März 2011.
- Kiefer, L., Bahrs, E. und Over, R. (2013): Erfolgsfaktoren für eine wettbewerbsfähige Weidemilchproduktion. Eine betriebswirtschaftliche Bewertung im Kontext eines Bio-diversitätsnutzens und des Erhalts genetischer Ressourcen. Tagungsband des Symposiums des Wissenschaftlichen Beirats für Agrobiodiversität in Berlin am 12./13.11.2013.
- Kiefer, L., Bahrs, E. und Over, R. (2014): Die Vorzüglichkeit der Grünlandnutzung in der Milchproduktion. Potentielle Vorteile der Vollweidehaltung. Erschienen in: Wie viel Markt und wie viel Regulierung braucht eine nachhaltige Agrarentwicklung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 53. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. (Gewisola), Band 49, 2014, S. 173-184.
- Kiefer, L., Over, R. und Bahrs, E. (2015): Weniger (Kraftfutter) ist manchmal mehr (Gewinn) – ein Plädoyer für hohe Grundfutterleistungen in der ökologischen Milchproduktion. Erschienen in: Am Mut hängt der Erfolg. Rückblicke und Ausblicke auf die ökologische Landbewirtschaftung. Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Herausgeber: Häring, A.M., Hörning, B., Hoffmann-Bahnsen, R., Luley, H., Luthardt, V., Pape, J. und G. Trei. S. 409-412.
- Legrand, A.L., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. (2009): Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 92:3651-3658.
- Leisen E., Verhoeven A. (2010): Riswicker Ökomilchviehtagung 2010 – Rückblick. Land-wirtschaftszentrum Haus Riswick. Kleve.
- LFL (2012): Vollweide mit Winterkalbung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Freising.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-Being. Island Press, Washington, DC.
- Statistisches Bundesamt (2011): Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung. Landwirtschaftszählung/Agrarstrukturerhebung 2010. Fachserie 3, Heft 6. Wiesbaden.

- Steinwider, A., Starz, W., Podstatzky, L., Kirner, L., Pötsch E.M., Pfister, R. und Gallenböck, M. (2010): Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs – Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. *Züchtungskunde*. 82. 241-252
- Steinwider, A. (2016): Ganztagsweide und Halbtagsweide. Internetquelle: http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?option=com_content&view=article&id=2105%3Aganztagsweide&catid=332%3Ainfos-weidehaltung&lang=de. Einsicht am 29.09.2016
- Thomet P. (2006): Optimierungspotentiale für die Milchproduktion auf Grünlandstandorten des Alpenraumes und der Mittelgebirge. Interdisziplinäres Symposium. Omega 3 Weidemilch – Chancen und Möglichkeiten für Milch- und Rindfleischerzeugnisse vom Grünland. Kempten.
- Thomet, P., Cutullic, E., Bisig, W., Wuest, C., Elsaesser, M., Steinberger, S., Steinwider, A., (2011): Merits of full grazing systems as a sustainably and efficient milk production strategy. In: Proceedings of the 16th European Grassland Federation Symposium, Irdning, Austria, pp. 273–285.

Lebensmitteleffizienz der Österreichischen Nutztierhaltung - Bedeutung der Grünlandwirtschaft*

Paul Ertl^{1*}, Andreas Steinwider², Magdalena Schönauer^{1,2}, Kurt Krimberger², Wilhelm Knaus¹ und Werner Zollitsch¹

* Eine umfangreichere Version dieser Arbeit ist unter dem Titel „Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories“ in *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 67/2:91-103 nachzulesen.

Zusammenfassung

Der Beitrag der Tierhaltung zur menschlichen Ernährungssicherung wird aufgrund der ineffizienten Umwandlung von pflanzlichen Futtermitteln in tierische Produkte sehr kontrovers diskutiert. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, anhand von nationalen Daten für die Jahre 2011–2013 den Beitrag von verschiedenen Tierkategorien (Rinder, Milchkühe, Masttiere, Schweine, Masthühner, Legehennen, Puten, Schafe und Ziegen) zur Netto-Lebensmittelproduktion in Österreich zu ermitteln. Rinder trugen als einzige Nutztierart sowohl bezüglich Energie als auch bezüglich Protein zu einer positiven Netto-Lebensmittelproduktion bei, das heißt sie produzierten über die tierischen Produkte mehr für die Menschen essbare Energie und essbares Protein, als sie in Form von Futtermitteln aufnahmen. Werden auch die Unterschiede in der Proteinqualität zwischen pflanzlichen und tierischen Proteinen berücksichtigt, so lieferten zusätzlich auch Legehennen, Schafe und Ziegen einen positiven Beitrag zur Bereitstellung von Protein für die menschliche Ernährung. Abgesehen vom Futter für das intensive Stiermastsystem kamen rund 50 % des Futterproteins und der Futterenergie für Wiederkäuer von Dauerrünland, welches ansonsten nicht für die Lebensmittelproduktion zur Verfügung stehen würde.

Schlagwörter: Ernährungssicherung, Effizienz, tierische Produktion, Nahrungsmittelkonkurrenz, Flächennutzung

Summary

The discussion on the role of livestock in human food security is often controversial. Therefore, the aim of the present study was to assess the net contribution of different livestock to human food protein and energy supply. National data from 2011–2013 for the main Austrian livestock categories (cattle, dairy cows, growing-fattening bulls, swine, broiler chickens, laying hens, turkeys, sheep, and goats) were used in this case study. Cattle were the only species that were net contributors to both the human protein and energy supply. When accounting for the differences in the protein quality between human-edible plant inputs and animal products, not only cattle, but also laying hens, sheep, and goats increased the value of protein available for human consumption. Except for growing-fattening bulls, about 50 % of the feed protein and energy for ruminants was derived from permanent grassland, which could otherwise not be used for human food production. The results of this study showed that depending on the production system, the transformation process of feed into food of animal origin results in either an increase or decrease of the available food for human consumption, but it always increases protein quality.

Keywords: Food security, animal production, grassland, feed versus food, land use

Einleitung

Aus Sicht der Nahrungsmittelproduktion werden Tierhaltungssysteme sehr oft kritisiert, da sich durchschnittlich nur rund 10 % der aufgenommenen Futterenergie bzw. des Futterproteins in den tierischen Produkten (v.a. Fleisch, Milch und Eier) wieder finden. Wenn Futterrationen von Nutztieren aus Komponenten bestehen, die auch für die Menschen direkt essbar wären (z.B. Getreide oder Hülsenfrüchte), so weisen diese Tiere daher oftmals eine negative Netto-Lebensmittelproduktion (NLP) auf, d.h. sie nehmen mehr potenzielle Lebensmittel in Form von Futter auf als sie über die tierischen Produkte daraus produzieren (Cassidy et al. 2013). Werden allerdings Futtermittel verfüttert, wel-

che nicht für den direkten menschlichen Konsum geeignet sind (z.B. Grünlandfutter oder industrielle Nebenprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung), dann liefern Nutztiere einen wertvollen Beitrag zur Lebensmittelproduktion, da diese pflanzlichen Nährstoffquellen ohne die Umwandlung über Nutztiere nicht für die Menschen verwertbar wären (Schader et al. 2015).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, die potenziell essbaren Anteile von Rationen verschiedener Nutztierkategorien in Österreich zu ermitteln und diese in Relation zu den daraus produzierten tierischen Produkten zu stellen. Da Nutztiere gegenüber Menschen aber nicht nur in direkter Konkurrenz um Lebensmittel stehen, sondern auch

¹ Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, A-1080 Wien

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Paul Ertl, paul.ertl@gmx.at

um die verfügbaren Flächen konkurrieren (Anbau von Futter- oder Lebensmittel), wurde zusätzlich die Herkunft der Futterenergie bzw. des –Proteins ermittelt (Grünland oder Acker), da Grünlandflächen nur über Nutztiere für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden können, während sich Ackerflächen auch für den direkten Anbau von Nahrungsmitteln eignen.

Material und Methoden

Die Auswertungen erfolgten für die Produktionsjahre 2011–2013 auf Basis von Daten von Statistik Austria für die Nutztierkategorien Milchkühe, Rinder gesamt, Stiermast, Schafe, Ziegen, Schweine, Legehennen, Masthennen und Puten. Eine ausführliche Beschreibung der Datenbasis und angewandten Methoden kann auch bei Ertl et al. (2016a) bzw. bei Schönauer (2016) nachgelesen werden. Als Maßstab für die Berechnung der Netto-Lebensmittelproduktion diente die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE), welche definiert ist als potenziell essbarer Output (Energie und Protein in den tierischen Produkten) dividiert durch den potenziell essbaren Input (Futtermittel) (Wilkinson 2011). Die vorliegenden Berechnungen erfolgten auf Basis Bruttoenergie und Rohprotein und es wurden dabei derzeitige Essgewohnheiten und übliche Techniken der Lebensmittelverarbeitung unterstellt. Der potenziell essbare Output berechnete sich aus der Menge der jährlich angefallenen tierischen Produkte (von Statistik Austria 2016; Bundesanstalt für Agrarwirtschaft 2016) mal dem jeweiligen Energie- bzw. Proteingehalt der essbaren Anteile (von USDA 2016; Mayer und Fiechter 2012; ZuchtData 2014). Die Menge der je Tierkategorie eingesetzten Futtermittel wurde aus der nationalen Futtermittelbilanz übernommen (Statistik Austria 2015). Für die einzelnen verfütterten Futtermittel wurden die potenziell essbaren Anteile, wie in Ertl et al. (2015) beschrieben, ermittelt und mit den jeweiligen eingesetzten Mengen, sowie dem Bruttoenergie- und Rohproteingehalt (von INRA et al. 2015) multipliziert.

Um neben quantitativen Veränderungen auch Qualitätsunterschiede zwischen essbarem Protein in den potenziell essbaren Futtermitteln und in den tierischen Produkten zu berücksichtigen, wurde sowohl für die Output- (tierische Produkte) als auch für die Input-Seite (Futtermittel) die Proteinqualität anhand eines Proteinqualitätscores beurteilt. Dieser Score ist die derzeit präferierte Methode zur Beurteilung der Proteinqualität und berücksichtigt sowohl das Aminosäuren-Muster, als auch die Verdaulichkeit der

einzelnen Aminosäuren (FAO 2013). Der Quotient aus Proteinqualitätsscore Output durch Proteinqualitätsscore Input wird als Proteinqualitätsverhältnis (PQV) bezeichnet und ist ein Maßstab für die Veränderung der Proteinqualität durch das tierische Produktionssystem. Eine genauere Beschreibung dieser Methode findet sich in Ertl et al. (2016b).

Zur Beurteilung der Bedeutung von Grün- bzw. Ackerland für die Futterbereitstellung für die jeweilige Tierkategorie wurden die Futtermittel nach ihrer Herkunft in die folgenden vier Gruppen unterteilt: 1) Futtermittel vom Grünland, 2) Futtermittel welche als Hauptkultur auf Ackerflächen angebaut werden (= „A-Haupt“, z.B. Weizen oder Luzerne), 3) Futtermittel welche als Nebenprodukte von Ackerflächen anfallen (= „A-Co“, z.B. Weizenkleie oder Stroh) 4) andere (z.B. Futterhefe). Anschließend wurde die Summe an Futterenergie bzw. –Protein, die alle Futtermittel einer Gruppe lieferten, berechnet und der gesamten Energie- bzw. Proteinaufnahme der jeweiligen Tierkategorie gegenübergestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Potenziell essbare Rationsanteile

Die Verfütterung von möglichst geringen Anteilen an potenziell humanernährungstauglichen Futtermitteln an Nutztiere erhöht nicht nur die Menge an verfügbaren Lebensmitteln, sondern reduziert auch die negativen Umweltwirkungen der Lebensmittelproduktion (Eisler et al. 2014; Schader et al. 2015). Die potenziell essbaren Anteile in Rationen österreichischer Nutztiere unterschieden sich sehr deutlich zwischen den einzelnen Nutztierkategorien (Tabelle 1). Wiederkäuer sind aufgrund ihres komplexen Verdauungssystems sehr gut an die Verwertung von faserreichen pflanzlichen Materialien angepasst, welche vom menschlichen Magen nicht verdaut werden können. Auch wenn die Leistungssteigerungen der letzten Jahrzehnte dazu geführt haben, dass auch Wiederkäuer nicht nur faserreiche Futtermittel sondern vermehrt auch leicht verdauliche Kraftfuttermittel erhalten, so lag der berechnete potenziell essbare Anteil in Rationen der österreichischen Rinder, Schafe und Ziegen nach wie vor bei nur rund 10 %. Innerhalb der Wiederkäuer war vor allem der höhere Anteil in Rationen von Maststieren (knapp 20 %) auffallend, was damit zu erklären ist, dass in diesen Systemen meist intensiver gefüttert wird (Stichwort Maissilage). Bei den monogastrischen Nutztieren (Schweine, Legehennen, Masthühner und Puten), deren Verdauungssystem dem des

Tabelle 1: Berechneter Anteil an potenziell direkt für die menschliche Ernährung geeigneter Futterenergie und geeignetem Futterprotein, Lebensmittelkonversionseffizienzen (LKE = essbarer Output / essbarer Input), sowie Proteinqualitätsverhältnis (PQV = Proteinqualitätsscore Output / Proteinqualitätsscore Input) und das Produkt aus LKE_{Protein} und PQV verschiedener Nutztierkategorien in Österreich für die Jahre 2011–2013.

Tierkategorie	Pot. essbare Energie (%)	Pot. essbares Protein (%)	LKE_{Energie}	LKE_{Protein}	PQV	$LKE_{\text{Protein}} * PQV$
Milchkühe	10,3	10,0	1,44	1,98	1,90	3,78
Rinder gesamt	9,1	9,0	1,06	1,52	1,84	2,81
Maststiere	17,4	19,8	0,26	0,45	1,66	0,73
Schafe	10,3	10,0	0,31	0,54	1,94	1,04
Ziegen	9,4	10,2	0,64	0,82	1,86	1,53
Schweine	51,3	47,3	0,35	0,36	1,74	0,64
Legehennen	51,0	46,9	0,31	0,63	1,63	1,04
Masthühner	48,5	45,6	0,30	0,52	1,43	0,76
Puten	48,9	45,7	0,17	0,50	1,11	0,56

Menschen vom Prinzip her sehr viel ähnlicher ist, lag der potenziell humanernährungstaugliche Anteil zwischen 46 und 51 %. Dabei muss allerdings noch berücksichtigt werden, dass sich diese Werte in Zeiten einer Nahrungsmittel-Mangelsituation noch sehr stark erhöhen würden. Aus anderen Ländern wurden potenziell essbare Anteile zwischen 58 und 75 % für Rationen monogastrischer Nutztiere berichtet (Wilkinson 2011; CAST 1999).

Lebensmittelkonversionseffizienzen und relative Flächenbeanspruchung

Die unterschiedlichen potenziell humanernährungstauglichen Anteile der Rationen, sowie die unterschiedliche Effizienz bei der Umwandlung der Nährstoffe im Futter in tierische Produkte führte dazu, dass sich die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) zwischen den einzelnen Nutztierkategorien sehr deutlich unterschied (Tabelle 1). Bei der LKE bedeutet ein Wert von über 1, dass diese Tiere mehr Lebensmittel über tierische Produkte produzieren, als sie in Form von Futtermitteln aufnehmen. Die günstigsten Werte erreichten dabei Milchkühe (1,44 für Energie und 1,98 für Protein), gefolgt von Rindern gesamt, welche auch noch einen Wert > 1 vorwiesen. Das gute Abschneiden der Milchkühe lässt sich auf die geringen Anteile an potenziell essbaren Futtermitteln in der Ration in Kombination mit einer relativ günstigen Effizienz bei der Umwandlung von Futterenergie bzw. -Protein in Energie und Protein in der Milch erklären. Rein quantitativ betrachtet lagen alle anderen Nutztierkategorien unter 1. Allerdings wird bei dieser rein mengenmäßigen Betrachtung (kg Protein bzw. Joule Energie) nicht berücksichtigt, dass vor allem auf der Proteinseite die Qualität im tierischen Produkt viel höher ist als in den potenziell essbaren Futtermitteln. Dies beruht vor allem auf einer höheren Proteinverdaulichkeit sowie einem günstigeren Aminosäuren-Muster. Der Score für die Proteinqualität der tierischen Produkte war zwischen 1,11 und 1,94-mal höher als derjenige für die Proteinqualität der potenziell essbaren Futtermittel (= PQV, Tabelle 1). Berücksichtigt man diese qualitativen Unterschiede in der Proteinqualität zusätzlich zu den mengenmäßigen Änderungen (= $LKE_{\text{Protein}} * PQV$, Tabelle 1), so erreichten neben Milchkühen

und Rindern gesamt auch Schafe, Ziegen und Legehennen einen Wert > 1, was einer Steigerung der Proteinwertigkeit für die menschliche Ernährung entspricht.

Neben der direkten Konkurrenz um essbare pflanzliche Ressourcen zwischen Menschen und Nutztieren gibt es auch eine Konkurrenz um Flächen. Für die Jahre 2011–2013 kamen rund 50 % der Futterenergie bzw. des -Protein von Milchkühen, Rindern gesamt, Schafen und Ziegen von Grünlandflächen (Abbildung 1). Diese Flächen wären ohne Wiederkäuer nicht für die Produktion von Lebensmitteln geeignet. Dies zeigt sehr deutlich, welche bedeutende Rolle Wiederkäuer in Österreich für die Lebensmittelproduktion sowie für die Landschaftspflege (rund 50 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Österreich sind Grünland, welches ohne Wiederkäuer in dieser Form vermutlich nicht erhalten werden könnte) haben und welchen hohen Beitrag das Grünland in Österreich zur Lebensmittelproduktion liefert (rund 50 % der tierischen Produkte von Rindern, Schafen und Ziegen werden „aus dem Grünland erfrüht“). Zusätzlich zur Verwertung des Grünlandes werden über die Wiederkäuer auch beträchtliche Mengen an Feldfutter in Lebensmittel umgewandelt. Auch wenn Feldfutter in der vorliegenden Arbeit zur Kategorie „A-Haupt“ gezählt wurde und damit eine direkte Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln besteht, so hat der Anbau von Feldfutter sehr viele ökologische Vorteile (z.B. wichtiger Fruchtfolgebestandteil, Stickstoff-Fixierung, Schutz vor Bodenerosion,...). Das Futter für monogastrische Nutztiere kommt fast ausschließlich von Ackerflächen, wobei gerade auf der Proteinseite sehr große Mengen (knapp 60 %) in die Kategorie Acker Co-Produkte fallen.

Schlussfolgerungen

Das auf den österreichischen Dauergrünlandflächen produzierte Futter liefert rund 50 % der Futterenergie bzw. des Proteins von Rindern, Schafen und Ziegen. Neben den vielen ökologischen Vorzügen von Dauergrünland liefern diese Flächen dadurch auch einen wertvollen Beitrag zur Bereitstellung von Lebensmitteln. Aufgrund der zunehmenden öffentlichen Kritik an der schlechten Effizienz von Tierhaltungssystemen sollte dieser positive Aspekt der Verwertung

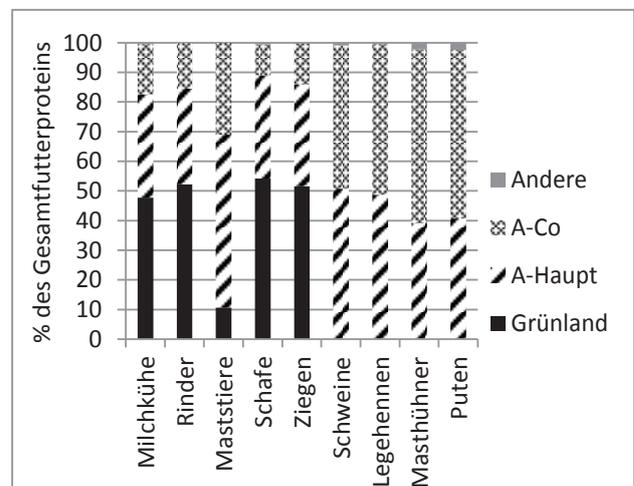
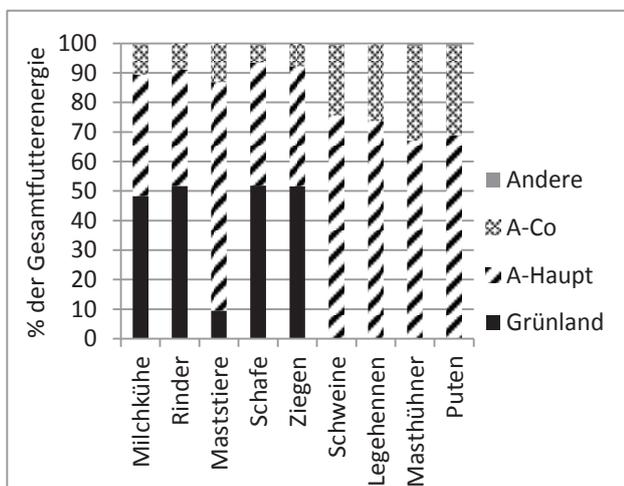


Abbildung 1: Relative Flächenbeanspruchung für die Produktion von Futterenergie (linke Grafik) bzw. Futterprotein (rechte Grafik) (% von gesamt) (A-Haupt: Futtermittel, welche als Hauptkultur auf Ackerflächen angebaut werden, A-Co: Futtermittel, welche als Nebenprodukte von Ackerflächen anfallen, Andere: z.B. Futterhefe)

von für Menschen unverdaulichen pflanzlichen Materialien über Wiederkäuer verstärkt in den Fokus gerückt werden. Sollte das generelle Preisniveau von Lebensmitteln in Zukunft wieder ansteigen, stellt eine möglichst hohe Netto-Lebensmittelproduktion in der Nutztierhaltung auch aus wirtschaftlicher Sicht ein wichtiges Ziel dar.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich recht herzlich bei Statistik Austria, insbesondere bei Frau Renate Bader und Herrn Erwin Wildling, für die Bereitstellung der statistischen Daten für diese Arbeit.

Literatur

- Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, 2016: Tierische Produktion. <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/index.php?id=tierproduktion>. Aufgerufen am 21.01.2016.
- Cassidy E.S., P.C. West, J.S. Gerber und J.A. Foley, 2013: Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environ. Res. Lett.* 8:8.
- CAST, 1999: Animal Agriculture and Global Food Supply. Task Force Report No. 135. Ames, USA.
- Eisler M.C., M.R.F. Lee, J.F. Tarlton, G.B. Martin, J. Beddington, J.A.J. Dungait, H. Greathead, J.X. Liu, S. Mathew, H. Miller, T. Misselbrook, P. Murray, V.K. Vinod, R. Van Saun und M. Winter, 2014: Steps to sustainable livestock. *Nature* 507:32-34.
- Ertl P., H. Klocker, S. Hörtenhuber, W. Knaus und W. Zollitsch, 2015: The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agr. Syst.* 137:119-125.
- Ertl, P., A. Steinwider, M. Schönauer, K. Krimberger, W. Knaus und W. Zollitsch, 2016a: Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including occupation of different land categories. *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment* 67/2:91-103.
- Ertl P., W. Knaus und W. Zollitsch, 2016b: An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*. doi:/10.1017/S1751731116000902.
- FAO, 2013: Dietary protein quality evaluation in human nutrition - Report of an FAO Expert Consultation. Food and Nutrition Paper, Vol 92. FAO, Rom, Italien.
- INRA, CIRAD, AFZ und FAO, 2015: Feedipedia - Animal Feed Resources Information System. www.feedipedia.org. Aufgerufen am: 22.05.2015.
- Mayer H.K. und G. Fiechter, 2012: Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *Int. Dairy J.* 24:57-63.
- Schader C., A. Muller, N.E. Scialabba, J. Hecht, A. Isensee, K.H. Erb, P. Smith, H.P.S. Makkar, P. Klocke, F. Leiber, P. Schwegler, M. Stolze und U. Niggli, 2015: Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *J. R. Soc. Interface* 12: 20150891.
- Schönauer M., 2016: Abschätzung des Futtermittelanteils in Rationen österreichischer Nutztiere mit direkter potenzieller Verwertungsmöglichkeit in der menschlichen Ernährung. Masterarbeit Universität für Bodenkultur, 116 S.
- Statistik Austria, 2015: Nationale Futtermittelbilanz 2011, 2012 und 2013.
- Statistik Austria, 2016: Tierische Produktion. http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/index.html. Aufgerufen am 21.01.2016.
- USDA, 2016: National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, United States Department of Agriculture. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods>. Aufgerufen am 05.01.2016.
- Wilkinson J.M., 2011: Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5:1014-1022.
- ZuchtData, 2014: ZuchtData Jahresbericht 2014. Zuchtdata EDV Dienstleistungen GmbH., Wien, Österreich.

Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme - Analysen zur Netto-Lebensmittelproduktion sowie zur Wirtschaftlichkeit

Andreas Steinwider^{1*}, Josef Wolfthaler^{1,2}, Hans-Jörg Frey³, Pius Hofstetter⁴, Christian Gazzarin⁵, Stefan Kirchweger² und Jochen Kantelhardt²

Zusammenfassung

In einer dreijährigen Schweizer Systemstudie wurden die Milchproduktionssysteme Stall- (SH) bzw. Vollweidehaltung (VW) auf einem geteilten Versuchsbetrieb hinsichtlich produktionstechnischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte verglichen. In der vorliegenden Arbeit wurden darauf aufbauend die Milchproduktionssysteme SH und VW hinsichtlich ihres Beitrags zur Netto-Lebensmittelversorgung untersucht. Ein weiteres Ziel der Arbeit war es, die in der Schweiz untersuchten Systeme für Modellbetriebe ökonomisch unter österreichischen Rahmenbedingungen zu evaluieren.

Je nach unterstelltem Anteil an für den Menschen verwertbaren Nährstoffen in den Futtermitteln produzierte das System VW über die tierischen Produkte zwischen 6,6 und 11,2 mal mehr für den Menschen verwertbares Protein und 3,5 bis 6,6 mal mehr verwertbare Energie als die Tiere über das eingesetzte Futter verbrauchten. Für die Gruppe SH waren diese Faktoren deutlich niedriger, aber immer noch in einem positiven Bereich (1,0 bis 2,5 und 0,9 und 1,9 für die Protein und Energie). Darüber hinaus war die Proteinqualität in den tierischen Produkten wesentlich höher als die Proteinqualität in den für den Menschen potenziell essbaren Futterkomponenten.

Im Vergleich zur Stallhaltung zeigten sich für die Vollweidehaltung unter österreichischen Rahmenbedingungen ein höheres landwirtschaftliches Einkommen, ein höherer Stundenlohn und Unternehmergewinn. Diese ökonomischen Systemdifferenzen waren bei biologischer Wirtschaftsweise stärker als bei konventioneller Wirtschaftsweise ausgeprägt.

Schlagerwörter: Vollweide, Stallhaltung, Mischration, Lebensmittelkonversionseffizienz, Fütterung, Kraftfutter, Wirtschaftlichkeit, Milchproduktion

Summary

Indoor- or pasture-based-feeding of dairy cows: Analysis on the net contribution to human food supply and on economics.

In a whole-system study in lowland of Central Switzerland from 2007 to 2010 compared the performance, efficiency, land productivity and profitability of indoor-feeding (SH) dairy production with that of pasture-based feeding (VW) dairy production. In the present study 1.) the net contribution of these systems to human food protein and energy supply was analysed and 2.) the experimental results were economically evaluated under Austrian market and production conditions for conventional and organic model farms.

Depending on the presumed human-edible fraction, the system VW produced between 6.6 and 11.2 times more human-edible protein and 3.5 to 6.6 times more human-edible energy via animal products than the animals consumed via feeds. For the group SH, these factors were clearly lower but still in a positive range (1.0 to 2.5 and 0.9 and 1.9 for protein and energy respectively). In addition, protein quality in the animal products was considerable higher than protein quality in the potentially human-edible feed components.

In comparison to the barn feeding strategy a higher farm income, income per labor unit and entrepreneur's profit were achieved with the pasture-based feeding strategy. These economic differences were more pronounced under organic than conventional conditions.

Keywords: pasture-based feeding, dairy cows, TMR, concentrate, economics, indoor-feeding, net contribution to human food supply

Einleitung und Zielsetzung

In einem Schweizer Forschungsprojekt wurden über drei Jahre die Milchproduktionssysteme Stall- bzw. Vollweidehaltung auf einem geteilten Versuchsbetrieb hinsichtlich produktionstechnischer, ökonomischer und ökologischer

Aspekte verglichen (Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011, Wyss et al. 2011, Sutter et al. 2013, Hofstetter et al. 2014).

In der wirtschaftlichen Bewertung der beiden Systeme erzielte die Vollweidestrategie unter konventionellen

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

² BOKU - Universität für Bodenkultur, Institut für Agrar- und Forstökonomie, Feistelmantelstraße 4, A-1180 Wien

³ BBZN Hohenrain, Sennweidstraße 35, CH-6276 Hohenrain

⁴ BBZN Schüpfheim, Chloserbüel 28, CH-6170 Schüpfheim

⁵ Agroscope Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

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

Schweizer Rahmenbedingungen deutlich bessere Ergebnisse (Gazzarin et al. 2011). Die Wirtschaftlichkeit von Milchviehstrategien wird jedoch wesentlich von den ökonomischen Rahmenbedingungen sowie der Wirtschaftsweise (biologisch bzw. konventionell) beeinflusst (Kirner 2012). Es war daher ein Ziel der vorliegenden Arbeit, die Versuchsergebnisse unter österreichischen Rahmenbedingungen und auch bei biologischer Wirtschaftsweise ökonomisch zu vergleichen.

Ein weiteres Ziel war es, die zwei unterschiedlichen Milchproduktionssysteme hinsichtlich ihrer Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE = humanernährungstauglicher Output in Milch und Fleisch / potenziell humanernährungstauglicher Input via Futtermittel (Ertl et al. 2015) zu vergleichen. Wiederkäuer tragen durch ihre Fähigkeit für die Menschen nicht verdauliche, struktorkohlenhydratreiche Futtermittel zu nutzen wesentlich zur Lebensmittelversorgung bei. In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, ob sich die untersuchten Systeme SH und VW in der Netto-Lebensmittelleffizienz unterscheiden.

Tiere, Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit wurde auf Basis des in der Schweiz in einer Grünlandgunstlage durchgeführten Versuchs „Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain“ erstellt (Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011, Wyss et al. 2011, Sutter et al. 2013, Hofstetter et al. 2014). Dazu wurde der Schulgutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain in zwei flächengleiche Teilbetriebe aufgeteilt. Auf dem Stallhaltungsbetrieb (SH) wurden auf 15,8 ha 24 Milchkühe gehalten (53 % Fleckvieh und 47 % Holstein Friesian). Das durchschnittliche Lebendgewicht der SH Kühe betrug 698 kg, die Tiere kalbten über das ganze Jahr verteilt ab. Die Vollweidehaltungsherde (VW) bestand aus 28 Milchkühen (50 % Braunvieh und 50 % Fleckvieh) mit einem flächenanteil von 15,7 ha, das mittlere Lebendgewicht war mit 610 kg deutlich geringer und die Abkalbungen der VW-Herde erfolgten saisonal von Februar bis April. Bedingt durch das höhere Lebendgewicht der SH Kühe unterschied sich der Tierbesatz (kg Lebendgewicht pro ha landwirtsch. Nutzfläche), trotz geringerer Kuhanzahl bei der SH Herde, nicht wesentlich zwischen den beiden Testbetrieben (SH: 1.060 versus 1.088 kg/ha

LN). Hingegen war der Tierbesatz unter Berücksichtigung der Grundfutterflächen (Grünland + Maissilage) beim SH-System höher als beim WH-System (SH: 1.457 vs. 1.170 kg/ha Grundfutterfläche). Das Proteinkraftfutter für SH wurde zugekauft und die „Schattenfläche“ dazu mit einem Allokationsschlüssel zugeteilt. Der SH-Herde wurde ganzjährig eine Teilmischung bestehend aus Maissilage, Grassilage, Proteinausgleichs- und Mineralfuttermittel gefüttert, bei Tagesmilchleistungen über 27 kg bekamen die Tiere zusätzlich noch Milchleistungsfutter leistungsgerecht über eine Transponder-Station. Die VW-Kühe wurden zu Laktationsbeginn (Jänner bis März) ad libitum mit qualitativ hochwertigem Belüftungsheu sowie begrenzt mit Kraftfutter gefüttert. Sobald es die Vegetation ermöglichte, wurde auf Kurzrasenweide umgestellt, wobei in der Übergangszeit Halbtags- und später Vollweidehaltung durchgeführt wurde. Die Stallherde erreichte mit 1.094 kg Kraftfutter pro Kuh und Laktation eine Milchleistung von 9.607 kg ECM. Die Weidekühe erhielten demgegenüber nur 285 kg Kraftfutter und gaben bei saisonaler Vollweidehaltung 5681 kg ECM pro Laktation. Die verkaufte Milchmenge lag bei 194 t in der Gruppe SH und bei 165 t in VW (Tabelle 1). Die NEL-Gesamtenergieaufnahme aus dem Weidefutter lag in SH bei 4,2 % und in VW bei 62,7 % pro Jahr (Hofstetter et al. 2011). Die Kälber (23 bzw. 28 pro Jahr in SH bzw. VW) wurden mit durchschnittlich 76 bzw. 74 kg Lebendgewicht in SH bzw. VW abgegeben; die Bestandesergänzung erfolgte über Jungkühe und lag bei 6,2 bzw. 5,8 Stück pro Jahr in SH bzw. VW (Gazzarin et al. 2011).

Lebensmittelkonversionseffizienz

Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) wurde als Quotient aus dem potenziellen Lebensmittelanteil am Output (Milch, Kalbfleisch) und dem Lebensmittelanteil im Input (Futtermittel) errechnet (Ertl et al. 2015; Ertl et al. 2016a,b). Die LKE wurde auf Basis Rohprotein (XP) und Bruttoenergie (BE) jeweils getrennt für zwei Szenarien berechnet. In Szenario „IST“ wurde die derzeit technologisch leicht realisierbare Nutzung des Proteins bzw. der Energie in der jeweiligen Komponente (Futter, tierisches Produkt) als Lebensmittelquelle berücksichtigt. Szenario „MAX“ bildet jene Situation ab, welche nach dem derzeitigen Stand der Technik der maximal möglichen Nutzung

Tabelle 1: Daten des Systemvergleichsversuchs (nach Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011 bzw. eigene Berechnungen¹⁾)

	Stallhaltung (SH)	Vollweide (VW)
Milchkühe, Stück/Betrieb	24,3	27,9
abgelieferte Milch, t/Jahr	194,11	165,21
Milchfett (bzw. Mischeiweiß), %	4,1 (3,5)	3,8 (3,4)
Kälberverkauf, Stück (kg LG/Betrieb u. Jahr)	22,8 (1.733)	27,9 (2.065)
Flächenaufteilung und Futterbedarf je Betrieb		
Grünland, ha (t TM/Betrieb u. Jahr ¹⁾)	8,61 (86,6 ¹⁾)	14,60 (146,4 ¹⁾)
Maissilage, ha (t TM/Betrieb u. Jahr ¹⁾)	2,89 (48,1 ¹⁾)	0 (0)
Futterweizen, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,76 (4,98)	0,50 (3,09)
Körnermais, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,64 (4,98)	0,41 (3,09)
Sojakuchen, ha ²⁾ (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,71 ²⁾ (5,15)	0,11 ²⁾ (0,31)
Maiskleber, ha ²⁾ (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,20 ²⁾ (7,28)	0,05 ²⁾ (0,31)
Weitere Futtermittel - Futterbedarf je Betrieb		
Trockenschnitzel, t TM/Betrieb u. Jahr	0	0,13
Pflanzenöl, t TM/Betrieb u. Jahr	0,26	0
Melasse, t TM/Betrieb u. Jahr	0,18	0

1) t/TM/Betrieb u. Jahr: eigene Berechnungen aus Energieaufnahme der Rationskomponenten (Basisdaten: Hofstetter et al. 2011).

2) „Schattenfläche“ – Allokation siehe Hofstetter et al. 2011

Tabelle 2: Potenziell verwertbarer Anteil an Energie und Protein für die Humanernährung für das IST- und MAX-Szenario (in %) sowie Aminosäuren-Score (DIAAS) (nach Ertl et al. 2016 a,b)

	Energie, %		Protein, %		DIAAS ¹⁾ ,
	IST	MAX	IST	MAX	%
Grünlandfutter (Heu, Grassilage, Weide)	0	0	0	0	n.e.
Maissilage	19	45	19	45	42
Körnermais	70	90	70	90	42
Weizen	60	100	60	100	40
Zuckerrübenschnitzel	0	0	0	0	n.e.
Maiskleberfutter	0	40	0	40	42
Sojakuchen	42	65	50	92	97
Pflanzenöl	0	80	0	0	n.e.
Melasse	0	80	0	80	n.e.
Vollmilch	100	100	100	100	116
Kalbfleisch	100	100	100	100	109

1) DIAAS = digestible indispensable amino acid score (Verdaulicher unverzichtbarer Aminosäuren-Score); n.e. nicht erfasst.

des Proteins und der Energie als Lebensmittel auf der In- und Output-Seite entspricht. Der für die menschliche Ernährung verwertbare Anteil an Protein und Energie in den Futtermitteln wurden von Ertl et al. (2015 bzw. 2016a,b) übernommen (Tabelle 2). Diese publizierten Daten wurden auf Basis einer umfangreichen Literaturübersicht abgeleitet.

Da in der Schweizer Untersuchung für die Kalbinnenaufzucht (Remontierung) keine Futterbedarfsdaten vorlagen, wurde in der vorliegenden Arbeit auf der Inputseite der Futterbedarf in der Aufzucht und auf der Output-Seite die Fleischproduktion über die Altkühe nicht berücksichtigt. Aus dem Lebendgewicht der jährlich abgegebenen Kälber wurde, unter Berücksichtigung der Ausschachtung (50 %), der Verwertung der Schlachtkörper für den Konsum (IST-Szenario: 64,5 %; MAX-Szenario: 82 %) sowie dem Gesamtenergie- und Proteingehalt von 7,08 kJ/g und 194 g/kg verwerteter Schlachtkörper, der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Kälber berechnet (vergl. Ertl et al., 2016b). Der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Milch wurde aus der tatsächlichen Liefermilchmenge, unter Berücksichtigung der Milchhaltsstoffe, berechnet. In der LKE weisen Werte über 1,0 darauf hin, dass im betreffenden Tierhaltungssystem ein positiver Beitrag zur Lebensmittelversorgung gegeben ist. Zusätzlich zur quantitativen Betrachtung via LKE wurde auch die Proteinqualität für die Input- und Output-Seite auf Basis der Aminosäuregehalte bzw. -zusammensetzung bewertet (PQS-Protein-Qualitäts-Score) und verglichen (Protein-Qualitäts-Verhältnis, $PQV = \text{PQS-Output} / \text{PQS-Input}$). Das Produkt aus $LKE_{\text{Protein}} * PQV$ beschreibt die Veränderung im Wert des Proteins für die menschliche Ernährung (Qualität und Quantität) (vergl. Ertl et al. 2016a).

Ökonomische Berechnungen

Um einen ökonomischen Vergleich der beiden Produktionssysteme unter österreichischen Rahmenbedingungen zu ermöglichen, wurden in Anlehnung an Gazzarin et al. (2011) und Hofstetter et al. (2011) Modellbetriebe gebildet und der Betriebszweig-Milch unter österreichischen Bedingungen analysiert. Eine ausführliche Beschreibung der Basisdaten bzw. Anpassungen können bei Wolthaler et al. (2015) nachgelesen werden. Da in Österreich 65 % der Milch im Berggebiet und somit in extensiveren Regionen produziert wird, wurde die betriebliche Flächenausstattung

im Vergleich zu Gazzarin et al. (2011a) erhöht und vergleichbar zur Arbeit von Kirner (2015) mit 25 ha festgelegt. Damit wurde der GVE-Besatz dem österreichischen Durchschnitt von 1 GVE je ha LN (vgl. LBG, 2014) angepasst. Annahmen welche sich mit der Kuhanzahl veränderten (z.B. Gebäude-Afa, Arbeitszeitbedarf) wurden entsprechend angepasst. Erträge und die Düngung im Ackerbau wurden in Anlehnung an das AWI (2015) und das BMLFUW (2006) angepasst. Um kurzfristige Kosten- und Erlösschwankungen auszugleichen, wurden 5-jährige Durchschnittspreise herangezogen. Da der Milchpreis saisonalen Schwankungen unterlag und auch der Gehalt an Milchhaltsstoffen

zwischen den Strategien differierte, ergab sich zwischen Stall- und Vollweidehaltung ein unterschiedlicher Milchauszahlungspreis. Die Entlohnung der Arbeitszeit wurde mit 13,1 € je Akh angesetzt. Die Pachtkosten betragen 367 € pro ha, wobei 50% der Betriebsfläche gepachtet wurde. Weiters wurden Prämien aus dem österreichischen Agrarumweltprogramm (ÖPUL), die einheitliche Betriebsprämie und Ausgleichszulage berücksichtigt. In der Variante BIO (biologische Wirtschaftsweise) wurden die produktionstechnischen Versuchsergebnisse wie in der Variante KON (konventionelle Wirtschaftsweise) berücksichtigt und nur das Preis- und Förderungsniveau für biologisch wirtschaftende Betriebe in Österreich übernommen. In der Variante BIO-U sollten demgegenüber auch die im Durchschnitt bestehenden Leistungs- und Fütterungsunterschiede zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise in Österreich sowie die mit einer Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise verbundenen höheren Kosten bzw. geringeren Erlöse mitberücksichtigt werden. In Anlehnung an Kirner (2015) wurde daher in den Modellvarianten BIO-U der KF-Einsatz (-333 kg pro Kuh und Jahr), die Milchleistung (-500 kg pro Kuh und Jahr) und die Kuhanzahl (-10 %) entsprechend reduziert. In den Umstellungskosten wurden die in der 2-jährigen Umstellungszeit höheren Kosten für die Fütterung und die konventionellen Erlöse berücksichtigt und auf einen Zeitraum von 20 Jahren aufgerechnet. Weitere mögliche Bio-Umstellungskosten (z.B. Adaption der Stallgebäude) wurden nicht berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse zur

Lebensmittelkonversionseffizienz

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zur LKE für Protein und Energie sowie $LKE_{\text{Protein}} * PQV$ zusammengefasst. Vergleichbar zu den Studienergebnissen von Ertl et al. (2015) zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Fütterungsstrategien. Auf der Input-Seite lag die Stallhaltungsgruppe (SH) im potenziellen Lebensmittelanteil sowohl bei Betrachtung des Proteins als auch der Energie deutlich über der Vollweidegruppe (VW). Im Szenario IST lag der potenzielle Lebensmittelinput für Protein und Energie in Gruppe SH bei 2.713 kg XP und 333 GJ BE bzw. in Gruppe VW bei

Tabelle 3: In- und Output an konsumierbarer/m Energie bzw. Protein, Proteinqualität-Score (PQS) und Lebensmittel-Konversionseffizienzen (LKE)

	Stallhaltung (SH)				Vollweide (VW)			
	Energie (GJ)		Protein (kg)		Energie (GJ)		Protein (kg)	
	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX
Input - konsumierbare/s Energie/Protein								
Maissilage	169	399	740	1.752	0	0	0	0
Mais	65	84	328	422	40	52	204	262
Weizen	54	91	377	628	34	2	234	390
Trockenschnitzel	0	0	0	0	0	0	0	0
Maiskleberfütter	0	67	0	1.956	0	3	0	83
Sojakuchen	45	70	1.269	2.334	3	0	76	140
Pf.Öl+ Melasse+Trockenschnitzel	0	10	0	20	0	87	0	0
Summe Input	333	721	2.713	7.111	77	144	513	874
Input-Proteinqualität-Score (PQS)			0,68	0,60			0,49	0,50
Output - konsumierbare/s Energie/Protein								
Erzeugung Milch je Betrieb	620	620	6.794	6.794	505	505	5.617	5.617
Erzeugung Fleisch	4	5	108	138	5	6	129	164
Summe Output	624	625	6.902	6.932	509	511	5.746	5.781
Output-Proteinqualität-Score (PQS)	-	-	1,16	1,16	-	-	1,16	1,16
Proteinqualitätsverhältnis (PQV)			1,71	1,93			2,34	2,31
LKE für Energie u. Protein¹⁾	1,9	0,9	2,5	1,0	6,6	3,5	11,2	6,6
LKE_{Protein} * PQV¹⁾	-	-	4,4	1,9	-	-	26,2	15,3

¹⁾ Effizienzfaktoren: Werte > 1 weisen auf eine positive Netto-Lebensmittelproduktion bzw. auf eine Zunahme im Wert der Proteinversorgung für die menschliche Ernährung hin

Tabelle 4: Wirtschaftliche Ergebnisse - Stallhaltung vs. Vollweide unter österreichischen Rahmenbedingungen

Modellbetriebsvarianten	Stallhaltung (SH)			Vollweide (VW)		
	KON	BIO	BIO-U	KON	BIO	BIO-U
Milchkühe, Stück/Betrieb	24	24	22	28	28	25
produzierte Milch, t/Jahr	194	194	164	165	165	136
Arbeitszeitbed. inkl. Feldarbeit, h/Betrieb u. Jahr	2.533	2.570	2.365	2.375	2.375	2.173
Arbeitszeitbed. ohne Feldarbeit, h/Kuh u. Jahr	91	91	91	65	65	65
Leistungen (Milch, Fleisch, etc.), €/100 kg Milch	49,4	58,3	59,5	50,6	59,6	61,6
Direktkosten (Futter, Tiere etc.), €/100 kg Milch	16,7	20,4	20,2	12,7	14,7	12,9
übrige Vorleistungskosten (AfA etc.), €/100 kg Milch	24,1	24,8	28,6	23,7	23,9	28,1
Einkünfte aus Milchviehhaltung, €/100 kg Milch	8,7	13,2	10,8	14,3	21,0	20,6
kalkulat. Kosten, €/100 kg Milch	20,9	21,2	23,4	23,1	23,1	26,0
kalkulat. Betriebsergebnis, €/100 kg Milch	-12,2	-8,1	-12,6	-8,8	-2,1	-5,3
Einkünfte aus Milchviehhaltung, €/Jahr	16.864	25.537	17.625	23.576	34.654	28.079
kalkulatorisches Betriebsergebnis, €/Jahr	-23.718	-15.684	-20.627	-14.617	-3.547	-7.274
Arbeitseinkommen, €/Akh	3,7	7,0	4,3	6,9	11,6	9,7

513 kg XP und 77 GJ BE. Damit war der Protein-Input in SH 5,3-mal höher und er Energie-Input 4,3-mal höher als in VW. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario auf der Input-Seite die Einsatzmengen auf 1.973 kg XP und 165 GJ BE verringern.

Bedingt durch die höhere Milchproduktion ergab sich für SH auf der Output-Seite eine höhere Brutto-Lebensmittelbereitstellung als in Gruppe VW. Im IST-Szenario lag der potenzielle Lebensmitteloutput für Protein und Energie in Gruppe SH bei 6.902 kg XP und 624 GJ BE bzw. in Gruppe VW bei 5.746 kg XP und 509 GJ BE. Damit war sowohl

der Protein- als auch Energie-Output in SH um 1,2-mal höher als in VW.

In der LKE errechnete sich für Protein bzw. Energie in der Gruppe SH im IST-Szenario mit 2,5 bzw. 1,9 eine positive Bilanz. In der Vollweidegruppe lag die LKE mit 11,2 für Protein und 6,6 für Energie deutlich höher. Dieser großen LKE-Unterschiede zwischen der Gruppe SH und VW sind vorwiegend auf die deutlicheren Gruppendifferenzen auf der Input-Seite zurückzuführen. In Szenario MAX ging die LKE in beiden Gruppen zurück, weil vor allem eine höhere potenzielle Verwertung der Futtermittel für die menschliche Ernährung unterstellt wurde, während die Verwertung der Milch in beiden Varianten gleich hoch war (100 %). Für die

Gruppe SH ergab sich für MAX eine etwa ausgeglichene LKE (0,9-1,0). Die Gruppe VW trug mit einer LKE von 6,6 für Protein und 3,5 für Energie auch in Variante MAX immer noch zu einer deutlich positiven Lebensmittelversorgung bei. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario eine LKE von 3,5 für Protein und 3,8 für die Energie ergeben. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse muss beachtet werden, dass in den Berechnungen die Remontierungstiere (bzw. die Aufzucht) sowie die Abgangskühe nicht berücksichtigt wurden. Mit steigender Fütterungsintensität und damit häufig verbunden geringerem Grünlandfutteranteil in der Aufzucht, würde sich die LKE der Versuchsgruppen verringern. Vor allem wenn bei Vollweidehaltung, bei einem angestrebten Erstkalbealter von 24-25 Monaten, ein höherer Kraftfutter- und Maissilage-Einsatz erfolgt, müsste dies mit einfließen.

Bei Berücksichtigung der Proteinqualität verbesserte sich die Protein-LKE in beiden untersuchten Fütterungsgruppen. Dieser Effekt ist auf die geringere Proteinqualität in den verfütterten pflanzlichen Produkten zurückzuführen (Ertl et al. 2016a,b). Werden sowohl Unterschiede in der Quantität als auch in der Qualität berücksichtigt ($LKE_{\text{Protein}} * PQV$), so war die Wertigkeit des Proteins für die menschliche Ernährung im IST-Szenario in den tierischen Produkten um 4,4 (SH) bzw. 26,2 (VW) mal höher als in den Futtermitteln. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würde die Wertigkeit des Proteins in SH auf 5,3 steigen.

Ökonomische Ergebnisse

Wie Tabelle 4 zeigt, wurde bei der SH-Strategie auf Grund der höheren Milchinhaltsstoffgehalte und höherer Wintermilchpreise ein höherer Milchauszahlungspreis erreicht. Zusätzlich wurde in der SH-Strategie eine höhere Milchmenge produziert. Auf der Kostenseite führten bei VW insbesondere der restriktivere Kraftfutter- und Betriebsmitteleinsatz und niedrigere Grundfutterkosten zu deutlich geringeren Direktkosten je kg Milch. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass im Schweizer Versuch in SH eine hohe Grundfutterleistung und in der Variante VW ein hoher Weidefutteranteil an der Jahresration erreicht wurden (vergl. Hofstetter et al. 2011). Diese Ergebnisse können nur bei bestem Management bzw. in Weidegunstlagen in Österreich erreicht werden. Auch bei den übrigen Vorleistungskosten (Afa, Lohnmaschinen etc.) schnitt die VW-Strategie etwas besser ab. Vergleichbar mit den Schweizer Ergebnissen (Gazzarin et al. 2011) wurden mit der Vollweide-Strategie höhere Einkünfte aus der Milchviehhaltung, ein höheres Arbeitseinkommen und ein weniger negatives kalkulatorisches Betriebsergebnis festgestellt. Die Variante BIO erzielte sowohl bei SH als auch bei VW die besseren ökonomischen Ergebnisse, wobei die monetäre Differenz zwischen den Wirtschaftsweisen bei Vollweidehaltung stärker ausgeprägt war. Die Einkünfte aus der Milchviehhaltung lagen am Modellbetrieb BIO SH um 8.673 Euro und am Modellbetrieb BIO VW um 11.078 Euro/Betrieb und Jahr höher als am vergleichbaren konventionellen Modellbetrieb (KON SH bzw. KON VW). Wenn die mit einer Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise in der Umstellungszeit verbundenen höheren Futterkosten

sowie die geringeren Erlöse (konventionell) in der Variante BIO-U berücksichtigt wurden und auch die Produktionsdaten angepasst wurden, dann unterschieden sich bei SH die Einkünfte aus der Milchviehhaltung nur mehr geringfügig (unter 5 %). Bei VW lagen demgegenüber die Einkünfte aus der Milchviehhaltung im Modellbetrieb BIO-U um + 19 % noch deutlich über dem des Modellbetriebes KON. Für alle Modellbetriebe ergab sich ein negatives kalkulatorisches Betriebsergebnis, der angesetzte Stundenlohn von 13,1 € wurde daher in keiner Modellbetriebsvariante erreicht

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zur Lebensmittelkonversionseffizienz weisen auf den positiven Beitrag der weide- und graslandbasierten Milchviehhaltung zur Lebensmittelversorgung hin. Obwohl in der Stallhaltungsgruppe bei bedarfsangepasstem Kraftfutareinsatz eine hohe Milchleistung pro Einzeltier und auch eine hohe Grundfutterleistung erreicht wurden, lag diese Gruppe in der LKE auf tieferem Niveau als die Vollweidegruppe. Die deutliche Gruppendifferenz ist vorwiegend auf den geringeren Input an potenziell auch in der menschlichen Ernährung einsetzbaren Futtermitteln zurückzuführen. Wenn in den Berechnungen für alle Grundfuttermittel – und damit auch für die Maissilage – ein potenzieller Lebensmittelanteil von 0 % unterstellt wurde, dann verbesserte sich die LKE der Gruppe SH um 264 % für Protein und 100 % für Energie. Aber auch in diesem Fall lag die Gruppe VW in der LKE für Protein um ca. 300 % und für Energie um ca. 100 % höher als die Gruppe SH. Bei vermehrtem Einsatz lebensmitteltauglicher Futterkomponenten muss daher auch bei steigender Milchleistung mit einer Abnahme der LKE gerechnet werden. In den vorliegenden Berechnungen wurden die Remontierungstiere (bzw. die Aufzucht) sowie die Abgangskühe nicht berücksichtigt. Mit steigender Fütterungsintensität und damit häufig verbunden geringerem Grünlandfutteranteil in der Aufzucht, würde sich die LKE der Versuchsgruppen entsprechend verringern.

Die ökonomischen Modellbetriebsergebnisse bestätigen Untersuchungen aus der Schweiz, Deutschland und Österreich wonach auch unter mitteleuropäischen Bedingungen die Vollweidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen eine interessante Betriebsentwicklungsstrategie darstellen kann. Bei konsequenter Kostenreduktion können Leistungseinbußen durch geringere Milchproduktion pro Kuh und Betrieb bei VW ausgeglichen werden. Bei der VW-Strategie gewinnen Nebenerlöse, wie beispielsweise der Altkuh- und der Kälberverkauf an Bedeutung, ebenso haben Milch- und Kraftfutterpreisschwankungen einen geringeren Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg. Im Besonderen bietet in Österreich die Kombination der Vollweidehaltung mit der biologischen Wirtschaftsweise und/oder mit speziellen Vermarktungsprogrammen (z.B. Heumilch) durch höhere Milchpreise ein größeres ökonomisches Potenzial. Bei zukünftig steigenden KF- und gleich bleibenden Milchpreisen könnte die Konkurrenzfähigkeit der WH zukünftig noch weiter steigen, da dadurch High-Input Strategien mit hohem KF-Einsatz unrentabler werden. Demgegenüber kann die Weideflächenverfügbarkeit bei wachsenden Betrieben ein bedeutender Restriktionsfaktor für VW darstellen. Die teilweise deutlich negativen kalkulatorischen Betriebsergebnisse weisen aber auch darauf hin, dass die ökonomische Situation in der Milchviehhaltung sehr angespannt

ist und daher nur bei guter Betriebsführung entsprechende Stundenlöhne erzielt werden können.

Literatur

- AWI (2015): IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft. at: <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/default.html> (20.09.2015).
- BMLFUW (2006): Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb. Anleitung zur Verrechnung aller Leistungen und Kosten auf die Betriebszweige. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.
- Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W., Zollitsch, W. (2015): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137, 119-125.
- Ertl, P., Knaus, W. and W. Zollitsch (2016a): An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal* doi: 10.1017/S1751731116000902.
- Ertl, P., Steinwidder, A., Schönauer, M., Krimberger, K., Knaus, W., Zollitsch, W. (2016b): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including occupation of different land categories. *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment* 67(2), 91-103.
- Gazzarin, C., Frey, H.-J., Petermann, R.; Höltzsch, M. (2011): Weide-oder Stallfütterung—was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 418-423.
- Hofstetter, P., Frey, H., Petermann, R. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 402-411.
- Hofstetter, P., Frey, H.-J., Gazzarin, C., Wyss, U., Kunz, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* 152: 994-1011.
- Kirner, L. (2012): Wettbewerbsfähigkeit von Vollweidesystemen in der Milchproduktion im alpinen Grünland. *Die Bodenkultur* 63: 17-27.
- Kirner, L. (2015): Wirtschaftlichkeit von Low-Input-Systemen in der Milchproduktion. Teil 2. *Landwirt* 1/2015: 26-29.
- Sutter, M., Nemecek, T., Thomet, P. (2013): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz* 4 (5): 230-237.
- Wyss, U., Mauer, J., Frey, H. J., Reinhard, T., Bernet, A., Hofstetter, P. (2011): Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchlieferungen. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 412-417.
- Wolffthaler, J., Frey, H., Hofstetter, P., Gazzarin, C., Kandelhardt, J., Kirchwegger, S., Steinwidder, A. (2015): Ökonomische Bewertung der Milchproduktionssysteme „Vollweide- und Stallhaltung“ auf Basis eines Systemvergleich-Versuchs für die kleinstrukturierte Landwirtschaft im Berggebiet des Alpenraums. Abschlussbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016, 1-66: www.raumberg-gumpenstein.at/bio-news (12.04.2016).

Welche Kühe brauchen Low-Input Erzeuger? Ergebnisse aus einer internationalen Studie

Werner Zollitsch^{1*}, Marco Horn², Rupert Pfister³, Hannes Rohrer³ und Andreas Steinwidder³

Zusammenfassung

Für die Bio- und Low-Input-Milchproduktion sind Kühe geeignet, die eine hohe Grundfutter-Aufnahmekapazität bezogen auf die Lebendmasse aufweisen und die dieses Grundfutter effizient in Milch bzw. Milchinhaltsstoffe umwandeln. Gleichzeitig sollen sie eine hohe Fruchtbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Gesundheitsstörungen haben.

Hochleistungskühe, die unter den Bedingungen hoher Kraftfuttergaben selektiert wurden, sind für die Bio- und Low-Input-Milchproduktion meist weniger geeignet. Es gibt allerdings nicht die eine alternative genetische Herkunft, die die erwähnten Eigenschaften und eine generelle Eignung für alle Bio- oder Low-Input-Erzeugungssysteme besitzt.

Vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher Standortbedingungen weisen die Ergebnisse aus dem SOLID-Projekt darauf hin, dass angepasste Kuhtypen bei sehr gutem Management nicht notwendigerweise eindeutige Vorteile gegenüber konventionellen Kuhtypen haben müssen. Die untersuchten angepassten Kuhtypen wiesen allerdings einige spezifische Stärken auf, die in geeigneten Zuchtprogrammen weiter entwickelt werden sollten.

Generell erlaubt die große Streubreite im Zuchtwert von Zuchttieren in zahlreichen Populationen die Selektion von Kühen mit guter Eignung für die Bio- und Low-Input-Milcherzeugung. Ein gutes Verständnis der Stärken und Schwächen der eigenen Herde bildet die Grundlage für die Feststellung der zu verbessernden Merkmale und die Auswahl von Besamungstieren. Die Kreuzungszucht ist eine Alternative zur Selektion innerhalb einer Rasse, benötigt aber unbedingt eine solide strategische Planung und darf nicht als „Sanierungsmöglichkeit“ für Probleme, die durch mangelndes Management entstanden sind, missverstanden werden.

Schlagwörter: Milchkuh, Rassen, Zuchtwert, Selektion, Anpassungsfähigkeit, Grundfutter, grünlandbasiert, Biologische Landwirtschaft

Summary

Low-input production systems require a cow that can consume large quantities of forage per unit body weight, efficiently convert this forage into milk, become pregnant within a defined breeding season, and has a high health status. Thus, high-yielding dairy cows, which have been selected under high-concentrate input conditions, may not be suitable for low input and organic production systems. While producers are requesting alternative cow types, there is no ‘one size fits all’ solution.

Given the diversity of low input and organic systems throughout Europe, results from the SOLID-project show that within well managed herds, breeds perceived as being better adapted to low-input and organic systems did not necessarily show clear and substantial advantages over conventional breeds. However, the ‘adapted’ breeds examined had specific strengths which may offer particular advantages in certain environments. These breeds, and the principles involved in their development, should be further developed within their breeding programmes.

The large variability in the genetic merit of breeding animals allows for the selection of animals which are suitable for individual herds or farms. A good understanding of the existing strengths and weaknesses of a herd is the first step in defining the traits which need to be improved, and for the choice of the most suitable sire. While crossbreeding provides an alternative to selection within one breed, it requires strategic planning and should not be seen as a ‘quick fix’ for management-related problems.

Keywords: Dairy cow, breeds, breeding value, selection, adaptability, forage, grassland, organic agriculture

Einleitung

Sogenannte „Low-Input“-Systeme zur Milcherzeugung zielen auf die maximale Verwertung von betriebseigenen Grundfuttermitteln, idealer Weise Weide, ab. Kraftfutter wird daher nur in möglichst geringen Mengen eingesetzt.

Dieses Konzept wird auch von den EU-Verordnungen zur Biologischen Landwirtschaft aufgegriffen, in denen das Prinzip der Weidenutzung und die Begrenzung des Kraftfutteranteils in Rationen formuliert sind.

Eine der Voraussetzungen für eine erfolgreiche Low-

¹ BOKU - Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, A-1180 Wien

² Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Arbeitskreis Milchproduktion, Milchviehhaltung, Melktechnik, Eutergesundheit, A-3100 St. Pölten

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztier, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Ao. Univ. Prof. DI Dr. nat.techn. Werner Zollitsch, werner.zollitsch@boku.ac.at

Input-Milcherzeugung sind Kühe, die, bezogen auf ihre Lebendmasse, große Mengen an Grundfutter verzehren und es effizient verwerten können und die dabei fruchtbar und gesund bleiben.

Die häufig sehr kritische Beurteilung der mangelnden Eignung von Milchkühen „konventioneller“ Zuchttrichtung für die Low-Input-Milchproduktion bezieht sich vor allem auf die weltweit dominante Rasse Holstein-Friesian, kann aber in ähnlicher Weise auch auf andere spezialisierte Milchrassen zutreffen. Die einseitige Selektion auf hohe Milchleistungen mit hoher Produktionseffizienz auf der Kuhebene hat eine Reihe von Nachteilen: Wichtige funktionale Merkmale sowie die Fähigkeit zu effizienter Grundfutter-Verwertung werden vernachlässigt. Letzteres ist ein Ergebnis der Selektion der Zuchttiere unter Bedingungen eines hohen Kraftfuttereinsatzes. Diese Fehlentwicklungen, zusammen mit der, für Hochleistungskühe typischen, ausgeprägten Mobilisation von Körperreserven zu Laktationsbeginn resultieren in einer Abnahme der Fruchtbarkeit, beeinträchtigt Gesundheit (insbesondere Stoffwechsel-Erkrankungen) und der Abnahme der Nutzungsdauer (Fitness). Besonders offensichtlich ist die Häufung dieser Probleme bei Holstein-Friesian-Rindern, die unter den Bedingungen sogenannter „High-Input – High-Output“-Systeme selektiert wurden. In Reaktion darauf sind international viele MilcherzeugerInnen dazu veranlasst, Ausschau nach alternativen genetischen Herkünften zu halten. Da diese auch innerhalb einer Rasse zu finden sind, werden im Folgenden anstelle von „Rasse“ die Begriffe „Kuhtyp“ oder „genetische Herkunft“ verwendet.

Ein von der Europäischen Union finanziertes, fünf Jah-

re dauerndes Forschungsprojekt mit österreichischer Beteiligung hat sich unter anderem der Frage nach der Eignung verschiedener Kuhtypen für Low-Input- und Bio-Milcherzeugung gewidmet (Projekt SOLID, siehe <http://www.solidairy.eu> und <http://farmadvice.solidairy.eu>). Der vorliegende Beitrag besteht im Kern aus einem Dokument, das im Rahmen des SOLID-Projektes erarbeitetet wurde (siehe Literaturhinweise).

Welche Kuh passt für welches System?

In den verschiedenen europäischen Regionen existieren eine Reihe unterschiedlicher Milcherzeugungssysteme, die nach den Richtlinien der Biologischen Landwirtschaft oder nach einem Low-Input-Konzept betrieben werden. Gemeinsam ist diesen Produktionssystemen, dass sie Tiere benötigen, die möglichst gut an die jeweiligen Bedingungen angepasst sind. Die Zucht angepasster Rinder kann mit unterschiedlichen Ansätzen erfolgen. Bauern und Bäuerinnen, Zuchtorganisationen und WissenschaftlerInnen haben unter anderem versucht mittels Selektion auf Robustheit oder Lebensleistung innerhalb vorhandener Rassen oder durch Kreuzungszucht Kühe zu züchten, die die Nachteile konventioneller Kuhtypen nicht aufweisen.

Als Teil des SOLID-Projektes wurde die Leistungsfähigkeit ausgewählter genetischer Herkünfte verglichen, die in drei unterschiedlichen europäischen Regionen zur Milcherzeugung genutzt werden. In jeder dieser Regionen (Finnland, Nordirland, Österreich) wurde jeweils eine herkömmliche genetische Herkunft („konventionell“) mit einer alternativen, mutmaßlich besser an das lokale Produktionssystem angepassten („angepasst“), verglichen (Tabelle). Dieser

Tabelle 1: Im SOLID-Projekt untersuchte Milchproduktionssysteme und Kuhtypen

Region	Alpines Grünland (Österreich)		Westeuropäisches Grünland (Nordirland)		Nordeuropäisches Grünland (Finnland)	
Fütterungsniveau (Kraftfuttermittel, kg/Laktation)	320 (niedrig) – 710 (mittel)		850 (niedrig) – 2.110 (mittel)		1.440 (mittel) – 3.470 (hoch)	
Laktationsleistung, kg ECM	5.600 – 6.200		6.300 – 8.000		8.300 – 9.400	
Untersuchte Kuhtypen	konventionell Brown Swiss	angepasst Holstein-Friesian (Zuchtziel Lebensleistung)	konventionell Holstein-Friesian	angepasst Holstein x Jersey Swedish Red	konventionell Holstein-Friesian	angepasst Nordic Red (Zuchtziel Robustheit)



Ergebnisse im Überblick

Holstein-Friesian (Zuchtziel Lebensleistung) zeigten:

- * Geringere Reaktion auf gesteigerten Kraftfutter-Anteil
- * Höheren Milchfett- und niedrigeren Milcheiweiß-Gehalt
- * Niedrigere Lebendmasse
- * Niedrigster BCS-Wert wurde früher erreicht

Kreuzungskühe zeigten:

- * Geringere Milchleistung
- * Höheren Milchfett- und Milcheiweiß-Gehalt
- * Günstigere Energiebilanz in der frühen Laktation
- * Niedrigere Lebendmasse, aber höheren BCS-Wert
- * Niedrigste Lebendmasse wurde später erreicht
- * Weniger Gesundheitsstörungen

Nordic Red zeigte:

- * Etwas geringere Milchleistung
- * Höheren Gehalt an Milch Inhaltsstoffen
- * Weniger Fettmobilisierung in der frühen Laktation
- * Hinweise auf weniger Stoffwechselstörungen

Vergleich erfolgte auf zwei unterschiedlichen, für das jeweilige Land typischen Kraftfutterniveaus.

Wie in der Tabelle dargestellt, brachte dieser Vergleich uneinheitliche Ergebnisse, die im Vortrag näher erläutert werden. Insgesamt waren keine eindeutigen und generellen Vorteile für die „angepassten“ Herkünfte nachzuweisen; für einige wurden allerdings Hinweise auf verbesserte Fruchtbarkeit und Gesundheitsmerkmale gefunden (siehe Tabelle). Die unterschiedliche Reaktion der verschiedenen Herkünfte auf die beiden Kraftfutter-Niveaus weist auf die Möglichkeit der Selektion auf Anpassungsvermögen hin.

Selektion von Rindern für die Bio- und Low-Input-Milcherzeugung

Zuchtentscheidungen wirken immer langfristig und lassen sich häufig erst nach mehreren Generationen als richtig oder falsch beurteilen. Da keine rasche Korrektur möglich ist, sollten für jeden Zuchtbetrieb klare Zuchtziele definiert werden. Das übergeordnete Zuchtziel, das auch verschiedenen Betrieben meist gemeinsam ist, ist in der Regel die verbesserte langfristige Rentabilität, der wirtschaftliche Erfolg. In einem ersten Schritt zur Definition eines betriebsspezifischen Zuchtziels sind die besonderen Stärken und Schwächen der eigenen Herde bzw. Einzeltiere zu bestimmen. Auf dieser Basis sollten dann Vererber selektiert werden, von denen erwartet werden kann, dass sie in der Lage sind einerseits die Schwächen der Herde zu reduzieren und andererseits die Stärken abzusichern bzw. weiter zu entwickeln.

Für die Bio- und Low-Input-Milcherzeugung besonders bedeutsam sind beispielsweise Fitness-Merkmale (Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, etc.), funktionale Typ-Merkmale (Fundament, Euter) und spezifische Leistungsmerkmale wie Persistenz (Durchhaltevermögen) oder Lebensleistung. Die Erhöhung der Laktationsleistung wird hingegen zumeist kein wichtiges Zuchtziel sein. Die Entscheidung über die einzusetzenden Besamungsstiere erfolgt in Abhängigkeit von der Übereinstimmung aller verfügbaren Informationen (Zuchtwerte) mit dem betriebsindividuellen Zuchtziel.

Zuchtwert und Selektionsentscheidung

Der Gesamtzuchtwert eines Tieres wird in den meisten Ländern aus 10 bis 20 Hauptmerkmalen (Milchleistung, Gehalt an Milchinhaltsstoffen, somatische Zellzahl, Fruchtbarkeit, Euter- und Klauengesundheit, etc.) unter Berücksichtigung einer Reihe ergänzender Merkmale errechnet. Diese Einzelmerkmale gehen, mit ihrer jeweiligen wirtschaftlichen Bedeutung gewichtet, in den Gesamtzuchtwert (Indexwert) ein. Dieser wird als ökonomischer Wert im Vergleich zum Rassedurchschnitt ausgedrückt. Innerhalb einer Rasse können Einzeltiere nach dem Zuchtwert gereiht werden. In verschiedenen Ländern werden spezifische Zuchtwerte veröffentlicht, die zwar nach einem ähnlichen Prinzip errechnet, aber nicht direkt verglichen werden können.

Die Auswahl der Kühe und Besamungsstiere sollte nicht ausschließlich nach dem Gesamtzuchtwert (Indexwert) erfolgen. Dieser drückt nur den erwartbaren wirtschaftlichen Gewinn aus, den das jeweilige Tier in der Nachkommengeneration bewirken soll. Wenn die Nachkommen in Produkti-

onssystemen stehen werden, die von den durchschnittlichen Verhältnissen in wesentlichen Aspekten abweichen, wird der errechnete Zuchtwert nicht dem tatsächlichen Zuchtwert eines Tieres für dieses spezifische Produktionssystem entsprechen. Um den Bedürfnissen von ZüchterInnen in Bio- und Low-Input-Milcherzeugungssystemen besser zu entsprechen, wurden international unterschiedliche Ansätze für Zuchtwerte entwickelt (bspw. „Ökologischer Gesamtzuchtwert“ in den deutschsprachigen Ländern, „Spring Calving Index“ in Großbritannien).

Für die Auswahl eines Besamungsstieres gibt jeglicher Gesamtzuchtwert nur einen ersten Anhaltspunkt. Im nächsten Schritt ist die Auswahl auf die Stiere einzuschränken, die einen hohen Zuchtwert in den Einzelmerkmalen haben, die in der Herde verbessert werden sollen. Der gewählte Vererber darf jedenfalls keine ausgeprägte Schwäche in den Merkmalen aufweisen, die für die Herde als besonders wichtig angesehen werden. Die in Low-Input- und Bio-Milcherzeugungssystemen besonders bedeutenden Merkmale wurden oben erwähnt. Bei dieser Vorgangsweise ist wichtig, sich für einige Zeit auf nur etwa drei bis vier Merkmale zu konzentrieren, die verbessert werden sollen. Die wichtigsten Selektionsmerkmale sollten dabei eine nicht zu niedrige Erblichkeit (Heritabilität) aufweisen. Wenn die Laktationsleistung für die jeweiligen Umweltbedingungen bereits auf einem guten Niveau ist, sollten vorrangig andere Merkmale wie Fruchtbarkeit, Langlebigkeit, Zellzahl, funktionale Typ-Merkmale (insbesondere die optimale Größe bzw. Lebendmasse der Tiere!) verbessert werden.

Informationen zur praktischen Vorgangsweise bei betriebsspezifischer Zuchtzieldefinition, Stierauswahl, etc. unter österreichischen Bedingungen sind unter <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/forschungsbereiche/bio-landwirtschaft-und-biodiversitaetder-nutztiere/tier/rind/bio-milchviehzucht.html> zu finden. Für die Suche nach Besamungsstieren, die nach selbst definierten Kriterien ausgewählt werden, steht unter http://cgi.zar.at/cgi-bin/zw_default.pl eine Suchmaske zur Verfügung.

Kreuzungszucht: Der schnelle Weg zum Erfolg?

Während in anderen, Holstein-dominierten Ländern vielfach die Kreuzungszucht als rasche Lösung für Probleme wie abnehmende Fruchtbarkeit und Gesundheit empfohlen wird, beschäftigen sich in Österreich nur relativ wenige Betriebe damit. Das Beispiel der Neuseeländischen Milchrinderzucht wird häufig als Beleg für die besondere Eignung von Kreuzungszucht-Programmen für Systeme der Low-Input- bzw. Bio-Milcherzeugung genannt.

Grundsätzlich gibt es zwei wesentliche Motive, Kreuzungszuchtprogramme einzuführen:

- Das „Hereinholen“ von Eigenschaften, die in der eigenen Rasse nicht oder kaum vorhanden sind, von einer anderen Rasse. Beispiele dafür sind das Kreuzen mit Jersey, um den Gehalt an Milchinhaltsstoffen anzuheben oder mit Skandinavischen Rassen, um Fruchtbarkeit und Gesundheitsstatus zu verbessern.
- Das Ausnutzen des sogenannten Heterosis-Effekts. Dieser führt dazu, dass die durchschnittliche Ausprägung eines Merkmals bei den Nachkommen über dem

Durchschnitt aus den beiden Eltern liegt. Die Größe dieses Effekts ist unterschiedlich und liegt für Milchmengeleistung und Milchinhaltstoffgehalt bei ungefähr 3 bis 6 %, für Merkmale mit niedriger Erbllichkeit wie Fruchtbarkeit, Gesundheit und Langlebigkeit bei 6 bis 15 %. Es gibt Belege aus Low-Input-Systemen, nach denen Kreuzungskühe eine ähnliche Milchleistung wie reinrassige (Holstein-Friesian-) Kühe haben, allerdings bezüglich Fruchtbarkeit, Gesundheit und Langlebigkeit besser als letztere abschneiden. Es ist dabei aber unbedingt zu berücksichtigen, dass der Heterosiseffekt keine dauerhafte genetische Verbesserung einer Population darstellt, da er in den Folgegenerationen nicht mehr bzw. nur stark abgeschwächt auftritt.

Trotz möglicher Vorteile sollte die Entscheidung für ein Kreuzungsprogramm nur nach reiflicher Überlegung getroffen werden. Kreuzungszucht ist nicht geeignet, um Probleme im Management oder in der Fütterung zu lösen. Sie stellt auch aufgrund der relativ langen Zeit, die vergeht bis die ersten Nachkommen in Milch stehen (ca. 3 Jahre), keine rasche oder gar einfache Lösung dar. Auch muss eine Strategie festgelegt werden, wie mit den F1-Kühen (der ersten Nachkommengeneration) weiter verfahren wird, sobald diese belegt werden sollen.

Ein kritischer Punkt in jeglichem Kreuzungszuchtprogramm ist die Auswahl des Kreuzungspartners für den Ausgangsbestand. Dieser sollte einerseits einen möglichst geringen Rückgang der Milchleistung verursachen, andererseits aber die als kritisch angesehenen Merkmale deutlich verbessern. Dabei sind, wie oben erwähnt, die spezifischen Anforderungen des Produktionssystems zu berücksichtigen. Jedenfalls muss für die Population, aus dem der Kreuzungspartner gewählt wird, ein entsprechendes Zuchtprogramm etabliert sein, damit auch in Hinkunft geeignete Besamungsstiere zur Verfügung stehen. Diese sollten zu den in den jeweiligen Merkmalen besten Vererbern ihrer Population zählen.

Aus Kreuzungsprogrammen für weidebasierte Milcherzeugung ist bekannt, dass die gewünschte Reduktion in Größe und Lebendmasse der Kühe durchaus erreicht wird, dass die

Kreuzungstiere aber in diesen Merkmalen eine erhebliche Schwankungsbreite aufweisen. Herden aus unterschiedlich großen bzw. schweren Tieren stellen wiederum eine besondere Management-Herausforderung dar (Abmessungen der Liegeboxen und des Melkstandes, etc.). Beachtet muss auch werden, dass der Marktwert von (Stier-)Kälbern oder Kalbinnen aus Kreuzungsprogrammen von dem der reinrassigen Tiere abweicht und so die Gesamtwirtschaftlichkeit der Milcherzeugung mit beeinflussen kann.

Literatur

- AHDB (2016): DairyCo – Breeding+. Breeding briefs – A guide to genetic indexes in dairy cattle. www.dairy.ahdb.org.uk
- Baumung, R., Sölkner, J., Gierzinger, E., Willam, A., 2001. Ecological total merit index for an Austrian dual purpose cattle. *Archiv für Tierzucht* 44, 5-13.
- Ferris, C.P., Gordon, F.J., Patterson, D.C., Mayne, C.S., Kilpatrick, D.J., 1999. The influence of dairy cow genetic merit on the direct and residual response to level of concentrate supplementation. *Journal of Agricultural Sciences* 132, 467-481.
- Haiger, A., 2005. *Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen*. Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- Knaus, W., 2009. Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 1107-1114 and 1623.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P., 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92, 5769-5801.
- Rozzi, P., Miglior, F., Hand, K.J., 2007. A Total Merit Selection Index for Ontario Organic Dairy Farmers. *Journal of Dairy Science* 90, 1584-1593.
- Zollitsch, W., Ferris, C., Sairanen, A., Steinwider, A., 2016. Breeding cows suitable for low input and organic dairy systems. Technical note 6. http://farmadvice.solidairy.eu/wp-content/uploads/2016/05/SOLID_technical_note6_breeds.pdf

Ökobilanzierungsergebnisse von Milchviehbetrieben in Österreich - Welche Faktoren sind für Verbesserungen auf Bio-Betrieben besonders wichtig?

Markus Herndl^{1*}, Thomas Guggenberger² und Andreas Steinwider³

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes „Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich“ – FarmLife, wurden 21 ausgewählte Milchviehbetriebe auf ihre Umweltwirkungen hin untersucht. Mittels einer Ökobilanz wurde für diese Betriebe die Umweltwirkung je ha Futterfläche ab Hoftor analysiert, wobei die Wirkungskategorien Energiebedarf, Treibhauspotenzial, aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff und terrestrische Ökotoxizität berücksichtigt wurden. Für die ökologische Verbesserung von biologisch wirtschaftenden Betrieben wurden folgende Handlungsfelder identifiziert: i) Optimierung von Maschineneinsatz beim Energiebedarf, ii) Emissionsmindernde Lagerung von Wirtschaftsdüngern beim Treibhauspotenzial und iii) Reduktion der Abhängigkeit von Kraftfutter bei der Umweltwirkung aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff und terrestrische Ökotoxizität.

Schlagwörter: Lebenszyklusanalyse, Milchviehhaltung, Umweltverträglichkeit, Betriebsmanagement

Summary

In the course of the project „Life cycle assessment of Austrian farms“ - FarmLife, 21 selected dairy farms were investigated regarding their environmental impacts. By means of a life cycle assessment, the environmental impacts per hectare at farm gate were analysed. The impact categories energy demand, global warming potential, aquatic eutrophication nitrogen, and terrestrial ecotoxicity were considered. For the ecological improvement of organic farms the following fields of action were identified: i) optimization of machine use in energy demand ii) emission reduction storage of manure in global warming potential iii) reduction of the dependence on concentrate in the environmental impact aquatic eutrophication nitrogen and terrestrial ecotoxicity.

Keywords: Life cycle assessment, dairy farming, environmental compatibility, farm management

Einleitung

Im Kontext der zukünftigen europäischen Agrarpolitik hängt die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Landwirtschaft von ihrer Fähigkeit ab, sich durch die Einhaltung hoher Umweltstandards auszuzeichnen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, bedarf es neben bestehenden Bewertungssystemen eines Indikatorensystems, anhand dessen Landwirte ihr ökologisches Profil erstellen können, um so die Umweltleistungen und -wirkungen ihres Betriebsmanagements zu bewerten. Im Rahmen des Projektes „Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich“ – FarmLife, welches in Kooperation zwischen HBLFA Raumberg-Gumpenstein und Agroscope durchgeführt wurde, konnte auf der Basis der Ökobilanzierungsmethode SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) ein Konzept erarbeitet werden, dass Umweltindikatoren auf Ebene Betrieb liefern kann (Herndl et al. 2016a). Dieses Instrument kann zum einen Landwirten helfen, Produktionsprozesse im Betrieb ökologisch zu optimieren und soll zum anderen Basis für eine mögliche zukünftige Beurteilung von potenziellen Umweltwirkungen von Landwirtschaftsbetrieben sein.

Einzelbetriebliche Ökobilanzierung im Projekt FarmLife

Die einzelbetriebliche Ökobilanzierung hat zum Ziel, die potenziellen Umweltwirkungen eines landwirtschaftlichen Betriebes zu ermitteln sowie die Kenntnisse über die Umweltwirkungen bestimmter Produktionssysteme wie auch von ausgesuchten Produkten zu verbessern. Dabei werden die wichtigsten Einflussgrößen auf die Umweltwirkungen eruiert. Im Projekt FarmLife wurde nur die primäre Produktion der Landwirtschaft bilanziert. Räumlich umfassten die Systemgrenzen die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche sowie die für die landwirtschaftliche Produktion benötigte Infrastruktur.

Zeitlich wurde die Systemgrenze mit dem Kalenderjahr 2013 gesetzt bzw. für den Ackerbau bildete der Zeitraum zwischen der Ernte der letzten Hauptkultur 2012 bis zur Ernte der Hauptkultur von 2013 den Rahmen. Als funktionelle Einheiten wurden im Projekt 1 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und 1 MJ verdauliche Energie verwendet, für die Milchviehhaltung im Beitrag wurde der Flächenbezug 1 ha Futterfläche (Eigenfutterfläche) als Bezugsgröße

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

^{*} HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Abteilung Ökonomie u. Ressourcenmanagement, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

^{*} HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

^{*} Ansprechpartner: Dr. Markus Herndl, markus.herndl@raumberg-gumpenstein.at

verwendet. SALCA berechnet standardmäßig eine Reihe von Umweltwirkungen, die alle in HBLFA (2015) aufgeführt sind. Die im Beitrag dargestellten Umweltwirkungen sind in Bystricky et al. (2014) beschrieben und sind auf vier beschränkt: i) Bedarf an nichterneuerbaren Energieressourcen (kurz Energiebedarf), ii) Treibhauspotenzial, iii) Aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff und iv) Terrestrische Ökotoxizität. Damit werden sowohl die ressourcen- und nährstoffbezogenen wie auch die schadstoffbezogenen Wirkungen abgedeckt. Für die Analyse der Milchproduktion wurde die Systemgrenze auf die Produktgruppe B1 Milch beschränkt. Die Produktgruppe B1 umfasst alle mit der Milchproduktion in Verbindung stehenden Prozesse, und somit sowohl die Haltung der Milchkühe als auch die Haltung der Nachzucht auf dem Betrieb. Da bei der Milchproduktion als Nebenprodukt Fleisch anfällt, wurde eine ökonomische Allokation zwischen Milch und Fleisch vorgenommen.

Milchviehbetriebe

Im Projekt FarmLife wurden 21 Milchviehbetriebe auf ihre Umweltwirkungen hin untersucht, wobei 12 davon biologisch und 9 Betriebe konventionell wirtschafteten. 10 Betriebe waren reine Grünlandbetriebe, die restlichen Betriebe hatten auf einem Teil ihrer Flächen Ackerbau. Im Durchschnitt hielten die Betriebe 22 Kühe, die durchschnittliche Milchleistung pro Kuh entsprach 6.260 kg. Die Intensität der Bewirtschaftung war auf den Betrieben sehr unterschiedlich, was sich gut in der Flächenmilchleistung widerspiegelte (Abb. 1).

Umweltwirkungen der Milchviehbetriebe

Betriebsflächen die für die pflanzenbauliche Produktion verwendet werden, dienen für jeden Milchviehbetrieb als Grundlage für die Bewirtschaftung. Die Bestellung der Flächen wird von langfristig gebundenen Betriebsmitteln

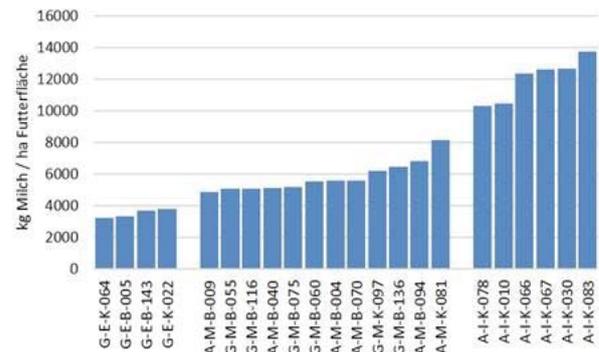


Abbildung 1: Flächenmilchleistung der betrachteten Betriebe (G=Grünlandbetriebe, A=Betriebe mit Ackerbauflächen; E= Flächenmilchleistung <4'000 kg, I= Flächenmilchleistung >10'000 kg; M=Flächenmilchleistung 4'000 - 10'000 kg; B=Bio, K=Konventionell) aus HBLFA 2015.

wie etwa Maschinen- oder Gebäudeausstattung strategisch begleitet. Kurzfristige Managementmaßnahmen regeln die Zufuhr variabler Betriebsmittel. Die Umweltwirkung Energiebedarf zeigt stellvertretend für das Ressourcenmanagement, dass vor allem Gebäude und Einrichtungen, Maschinen, Energieträger sowie Kraftfutterzukaufe zur Umweltwirkung beitragen (Abb. 2).

Ein anderes Bild zeigt sich beim Treibhauspotenzial. Die Tierhaltung, und damit die Emissionen aus der Verdauung und der Hofdüngerlagerung, machten den größten Anteil an den totalen Emissionen bei der Umweltwirkung aus (Abb. 3). Extensivere Betriebe, bei denen nebst der Flächenmilchleistung auch die Milchleistung der einzelnen Tiere niedriger war, hatten hier einen entsprechenden Vorteil.

Die wesentlichen Teile des Nährstoffmanagements auf einem Milchviehbetrieb zirkulieren auf dem Bauernhof selbst. Im besten Falle werden die Nährstoffmengen mit möglichst hoher Effizienz und geringen Verlusten in er-

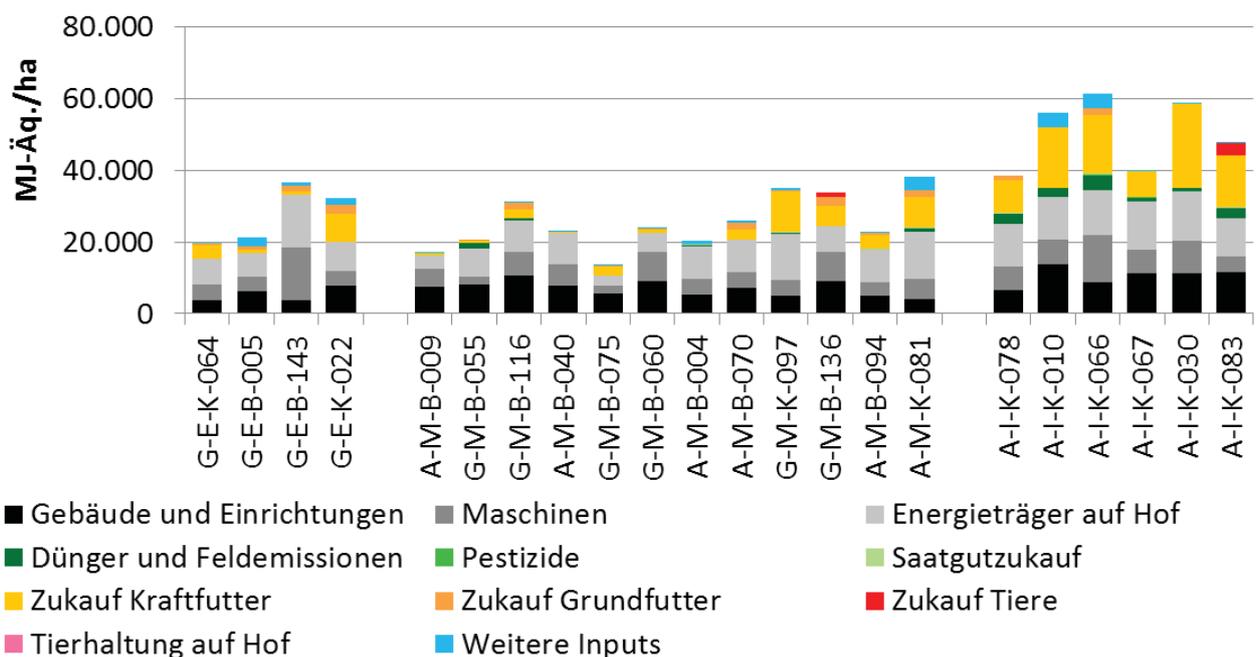


Abbildung 2: Energiebedarf pro ha Futterfläche, aufgeteilt nach Inputgruppen. Betriebe sortiert nach Flächenmilchleistung.

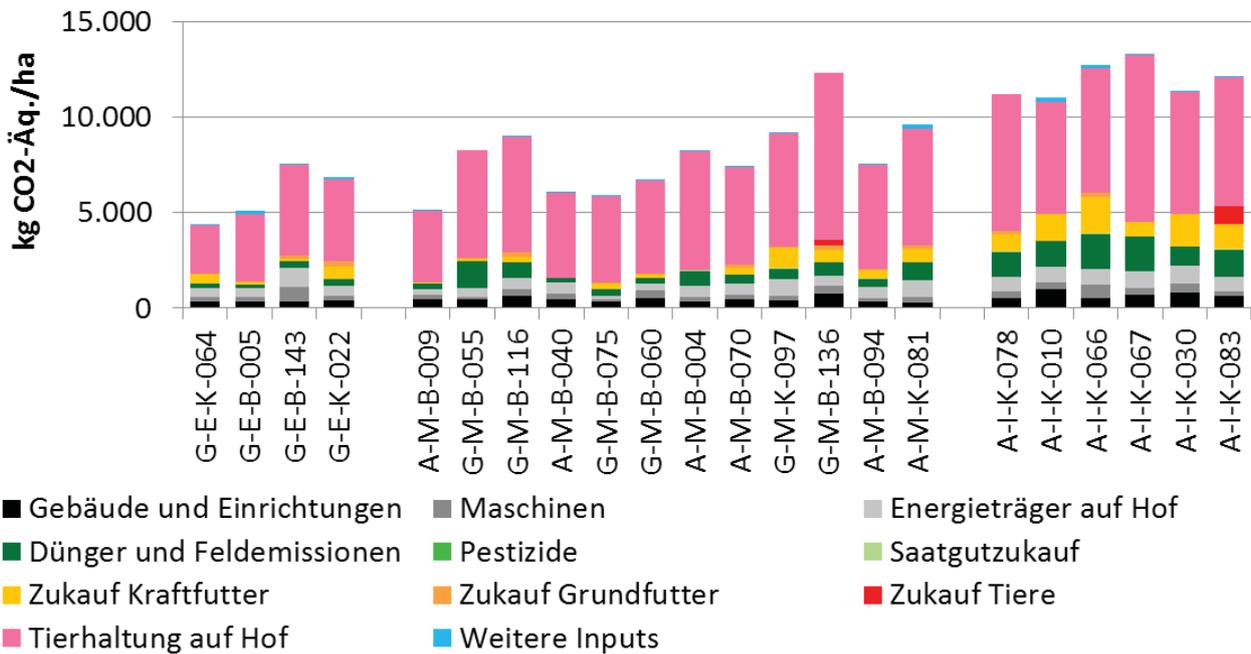


Abbildung 3: Treibhauspotenzial pro ha Futterfläche, aufgeteilt nach Inputgruppen. Betriebe sortiert nach Flächenmilchleistung.

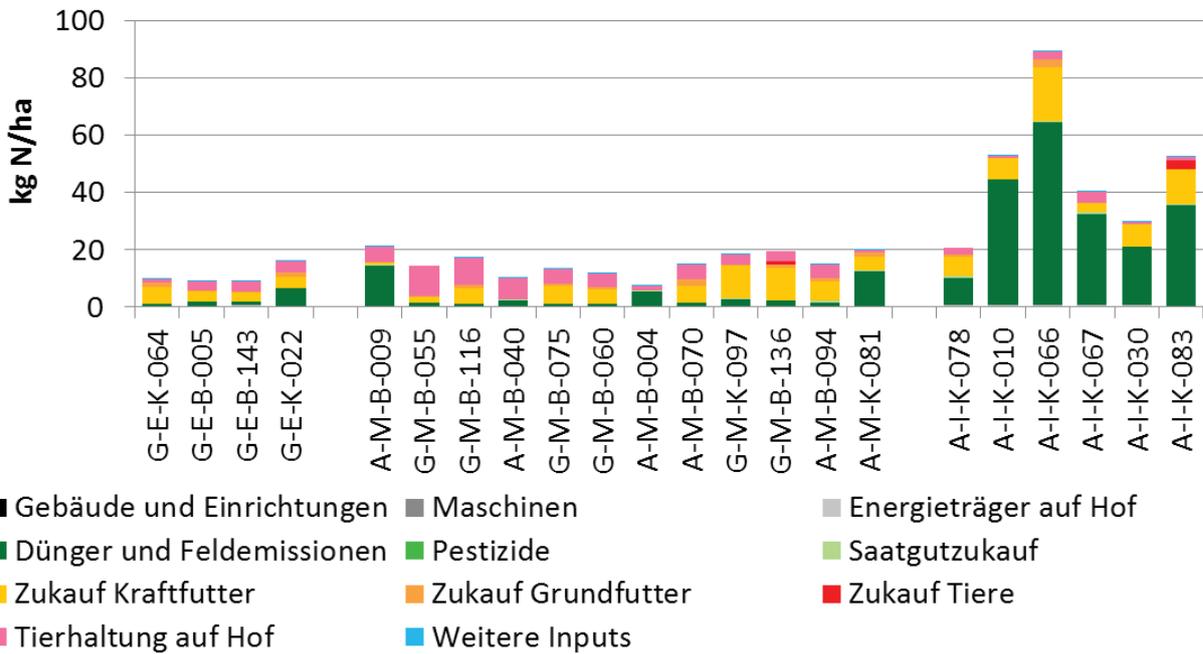


Abbildung 4: Aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff pro ha Futterfläche, aufgeteilt nach Inputgruppen. Betriebe sortiert nach Flächenmilchleistung.

zeugte Nahrungsmittel umgewandelt. Die Umweltwirkung aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff steht repräsentativ für das Nährstoffmanagement und wird bei allen Betrieben entweder durch zugekaufte Futtermittel oder durch direkte Emissionen auf dem Betrieb verursacht (Abb. 4). Die direkten Emissionen stammten entweder aus der Düngung oder aus der Tierhaltung, und zwar vor allem aus der Weidehaltung.

Der Umgang mit Pflanzenschutz und Düngemitteln zeigt die Umweltwirkung Terrestrische Ökotoxizität auf (Abb. 5).

Bei dieser Umweltwirkung trug vor allem das zugekaufte Kraftfutter zu einer höheren Wirkung bei. Dies einerseits wegen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln bei der Produktion der Futtermittel, aber auch durch Schwermetalleinträge in den Boden.

Beitragsanalyse und Handlungsfelder für Bio-Betriebe

Ein wichtiger Nutzen der betrieblichen Ökobilanz ist, aus

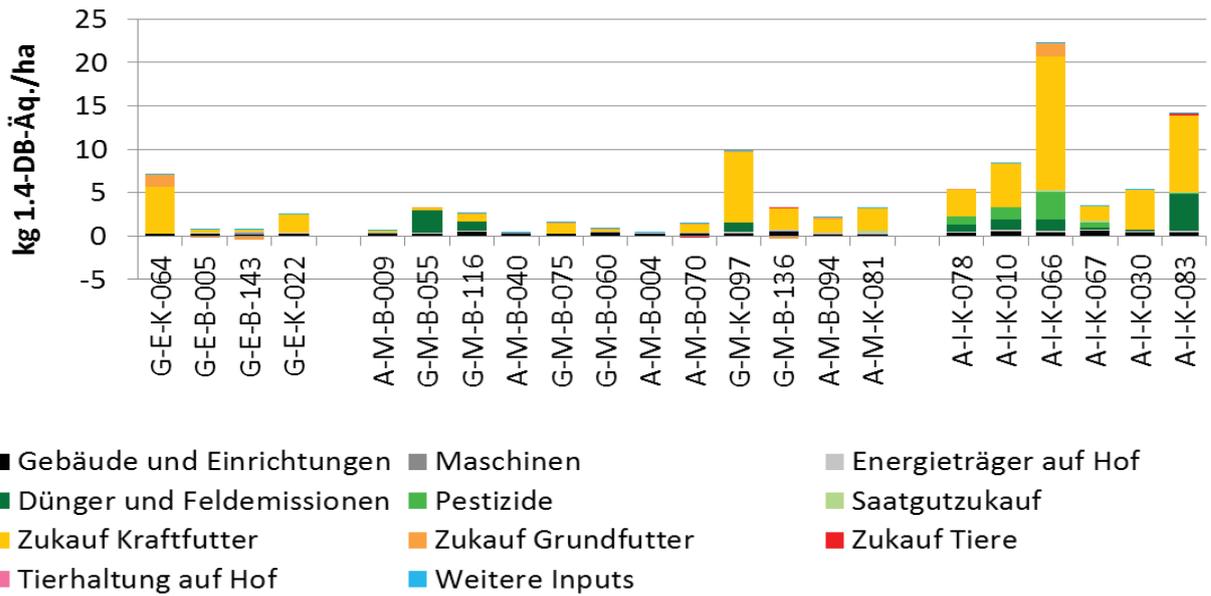


Abbildung 5: Aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff pro ha Futterfläche, aufgeteilt nach Inputgruppen. Betriebe sortiert nach Flächenmilchleistung.

		Gebäude & Einrichtungen	Maschinen	Energie-träger	Dünger- und Feldemissionen	Pestizide	Zukauf Saatgut	Zukauf Kraftfutter	Zukauf Grundfutter	Zukauf Tiere	Tierhaltung auf Hof	Weitere Inputs
Energiebedarf	MW	8262	6178	9122	864	14	134	6066	982	381	0	1006
	STA	3070	3108	3312	1286	28	167	6073	1117	1264	0	1277
Bio	MW	7720	5815	7272	215	0	70	1837	918	204	0	577
	STA	2848	3424	2521	460	0	122	1544	958	523	0	671
Konv.	MW	8913	6614	11342	1642	30	212	11142	1058	593	0	1520
	STA	3350	2797	2792	1538	36	186	5538	1334	1816	0	1648
Treibhauspotential	MW	552	318	613	783	1	16	604	100	100	5451	57
	STA	194	162	221	539	1	20	536	116	339	1543	73
Bio	MW	495	300	490	519	0	9	227	89	52	5058	34
	STA	162	181	167	348	0	15	183	95	128	1332	38
Konv.	MW	620	339	761	1099	2	25	1056	112	158	5923	85
	STA	216	143	187	572	2	23	461	141	491	1712	95
Aq. Eutro. N	MW	0	0	0	12	0	0	6	1	0	4	0
	STA	0	0	0	17	0	0	4	1	1	2	0
Bio	MW	0	0	0	3	0	0	4	1	0	5	0
	STA	0	0	0	4	0	0	3	1	0	2	0
Konv.	MW	0	0	0	22	0	0	8	1	1	3	0
	STA	0	0	0	20	0	0	4	1	2	2	0
Ökotox. terr	MW	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0
	STA	0	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0
Bio	MW	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	STA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Konv.	MW	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	0
	STA	0	0	0	1	1	0	4	1	0	0	0

Abbildung 6: Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STA) der 21 Milchviehbetriebe pro ha LN für die Umweltwirkungen Energiebedarf (in MJ-Äq.), Treibhauspotential (in kg CO₂-Äq.), aquatisches Eutrophierungspotenzial Stickstoff (in kg N) und terrestrische Ökotoxizität (in kg 1,4-DB-Äq.).

den Ergebnissen Informationen für das Umweltmanagement des landwirtschaftlichen Betriebs zu ziehen. Das Durchführen einer Beitragsanalyse ist ein Zugang dazu. Mit der Aufteilung der Inputs aus den Vorketten in sogenannte Inputgruppen erlaubt eine Analyse für Verbesserungsoptionen. Inputgruppen mit einem großen Anteil am Gesamtergebnis

eines Wirkungsindikators bei einer gleichzeitig hohen Standardabweichung weisen auf die Betriebsbereiche hin, bei denen ein Optimierungspotenzial besteht (Hersener et al. 2011). Aus der Beitragsanalyse geht hervor, dass sich die ökologische Optimierung für biologisch wirtschaftende Betriebe beim Energiebedarf vor allem auf die Inputs aus

der Inputgruppe Maschinen und direkt auf den Betrieben eingesetzten Energieträgern konzentrieren muss (Abb. 6). Bei der Umweltwirkung Treibhauspotenzial besteht in der Tierhaltung auf dem Hof Potenzial zur Verringerung der Umweltlast. Das könnte zum Beispiel Maßnahmen wie emissionsmindernder Lagerung von Wirtschaftsdüngern oder Steigerung der Produktivität durch Erhöhung der Grundfutter-Laktationsleistung ohne Rückgang der Lebensleistung/Nachkommen bedeuten. Neben bedarfsgerechter und standortangepasster Düngung spielt für Biobetriebe vor allem der effiziente/geringe Einsatz von Kraftfutter eine Rolle, die für die Verbesserung sowohl der aquatischen Eutrophierung von Stickstoff als auch der terrestrischen Ökotoxizität beitragen. Hier werden die Nitratauswaschungen oder mögliche Schwermetalleinträge von der Produktion des Kraftfutters auf dem Betrieb mitimportiert.

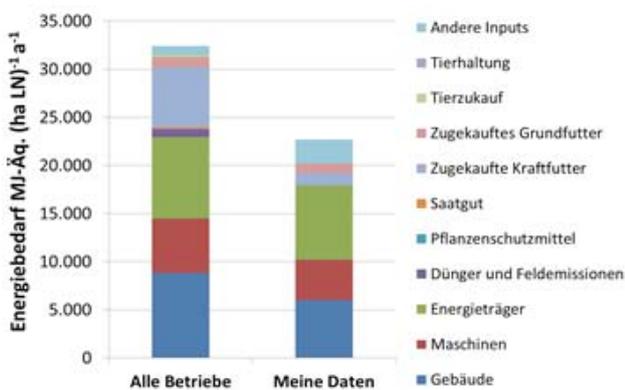


Abbildung 7: Vergleich der Inputgruppen des Einzelbetriebes mit dem Mittelwert der Vergleichsbetriebe (aus Herndl et al. 2016b)

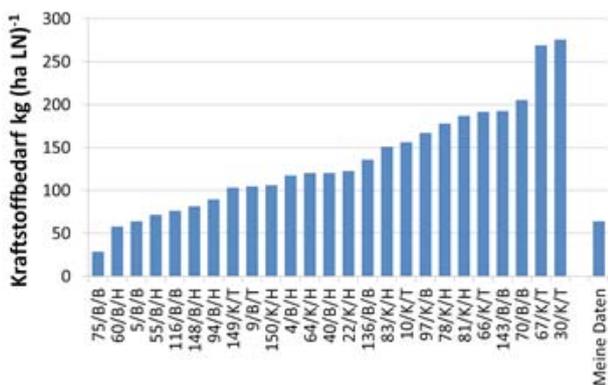


Abbildung 8: Vergleich der einzelbetrieblichen Kennzahl mit jenen der Vergleichsbetriebe (aus Herndl et al. 2016b)

Rückmeldung der Ergebnisse an den Betrieb

Um die Ergebnisse der Umweltwirkungen den am Projekt teilnehmenden Betriebsleitern zur Verfügung zu stellen bzw. die Resultate zur Betriebsberatung einsetzen zu können, wurde ein webbasiertes Werkzeug geschaffen (HBLFA 2015). Die Ergebnisse werden dabei in die drei Bereiche Ressourcen-, Nährstoff- und Schadstoffmanagement gegliedert und durch die Vergleiche mit anderen Betrieben des gleichen Betriebstyps wird eine Beratungsleistung

abgeleitet. Dies ist zum einen durch die vergleichende Darstellung der Anteile einzelner Inputgruppen an den Umweltwirkungen möglich (Abb. 7) und zum anderen durch die Erstellung von Betriebskennzahlen wie z.B. Kraftstoffbedarf je Flächeneinheit (Abb. 8).

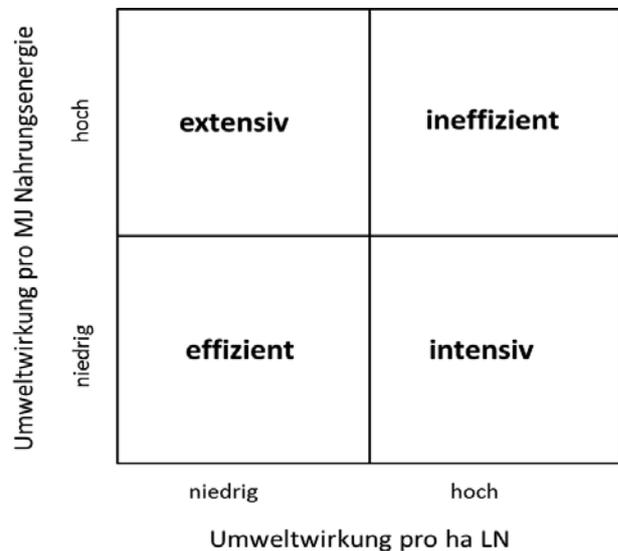


Abbildung 9: Einteilung der Betriebe in jene Bewirtschaftungsklassen, die für die Beratung als Ausgangsbasis zur Verfügung stehen (aus Herndl et al. 2016b)

Am Ende dieser vergleichenden Bewertungen steht eine Einteilung des Betriebes in eine von vier Bewirtschaftungsklassen (Abb. 9), die unter Berücksichtigung aller Umweltwirkungen und von einzelnen ökonomischen Kennzahlen ermittelt werden (HBLFA 2015). Ausgehend von dieser Positionsbestimmung gibt es vier grundsätzliche Beratungsstrategien, die mit einer Stärken-Schwächen-Analyse auf Basis von Vergleichen der Betriebskennzahlen verfeinert wird.

Literatur

Bystricky, M., M. Alig, T. Nemecek und G. Gaillard, 2014: Ökobilanz ausgewählter Schweizer Landwirtschaftsprodukte im Vergleich zum Import. Agroscope Science 2.

HBLFA, 2015: Abschlusstagung des Projektes FarmLife, 22.-23.9.2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 67 S.

Herndl, M., D.U. Baumgartner, T. Guggenberger, M. Bystricky, G. Gaillard, J. Lansche, C. Fasching, A. Steinwider und T. Nemecek, 2016a: Abschlussbericht FarmLife - Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, und Agroscope, Zürich, Abschlussbericht, BMFLUW, 99 S.

Herndl, M., T. Guggenberger, M. Bystricky, D.U. Baumgartner und G. Gaillard, 2016b: Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich: Umweltwirkungen der Projektbetriebe. VDLUFA-Schriftenreihe 72, Kongressband 2016, nn-nn.

Hersener, J.L., D.U. Baumgartner und D. Dux, 2011: Zentrale Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB) - Schlussbericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, 148 S.

Potential der Mid-Infrarot Spektrometrie bei Kuhmilchproben zur Abschätzung der Rationszusammensetzung

Andreas Steinwider^{1*}, Michael Klaffenböck², Leonhard Gruber³, Georg Terler³,
Christian Fasching⁴, Gabor Mészáros² und Johann Sölkner²

Zusammenfassung

Die Zusammensetzung von Kuhmilch wird wesentlich von der Fütterung und Rationsgestaltung beeinflusst. Nachdem die Milchinhaltsstoffe routinemäßig mithilfe von MIR-Spektrometrie (Spektrometrie mit mittellangen Infrarotwellen) erfasst werden, könnten die vorhandenen MIR-Spektren auch zur Schätzung der Futtration der Tiere verwendet werden. In der vorliegenden Studie wurde geprüft ob und wie gut die Futtertrockenmasseanteile an der Tagesration, sowie die absoluten gefressenen Rationskomponentenmengen für Heu, Grassilage, Weidefutter, Maissilage und Kraftfutter mit Hilfe der tierindividuellen Milch-Infrarotspektren geschätzt werden können. Dazu wurden insgesamt 10200 individuelle Milchproben und Futteraufnahmedatensätze von 90 Milchkühen der Versuchsbetriebe an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Österreich herangezogen. Der Datensatz wurde bei jedem Untersuchungsdurchgang zufällig in einen Kalibrierungs- und Validierungsdatensatz im Verhältnis 40:60 geteilt. Darauf aufbauend wurden mithilfe der Partial-Least-Squares-Regressionsanalyse (PLS) aus dem MIR-Spektrum für die individuellen Datensätze geschätzte Futtrationen errechnet, und den tatsächlich gemessenen Rationen gegenübergestellt. In weiteren Durchläufen wurden neben den MIR-Spektren auch Milchmenge und Kraftfutteraufnahme als potentielle Vorhersagefaktoren miteinbezogen.

Um die Genauigkeit der Schätzungen zu bestimmen, wurden die Korrelation zwischen beobachteten und geschätzten Werten (R) und das Verhältnis der Standardabweichung der beobachteten Werte zur durchschnittlichen Abweichung der geschätzten Werte (ratio to performance deviation; RPD) herangezogen. Hohe Korrelationen (für kg TM/für % Rationsanteil) zeigten sich in den Validierungsdatensätzen für die Rationsanteile von Weidefutter (0.85/0.87), Maissilage (0.74/0.75) und Kraftfutter (0.75/0.73). Demgegenüber ergaben sich niedrigere Korrelationen für Grassilage (0.67/0.74) und Heu (0.60/0.60). Wenn die untersuchten Rationskomponenten in Futtermittelgruppen zusammengefasst wurden (Grünlandfutter oder Futtermittel mit hoher Energiedichte), dann wurden Korrelationen von überwiegend >0.8 festgestellt. Das Miteinbeziehen der zusätzlichen

Summary

The composition of cow's milk is strongly affected by the feeding regimen. Since milk components are routinely determined using mid-infrared (MIR) spectrometry, MIR spectra may potentially also be used to estimate an animal's ration composition. The objective of this study was to determine if and how well amounts of dry matter intake and the percentages in the total ration of concentrates, hay, grass silage, maize silage and pasture can be estimated using MIR spectra at an individual animal level. A total of 10200 milk samples and sets of feed intake data were collected from 90 dairy cows at two experimental farms of the Federal Research Centre in Raumberg-Gumpenstein, Austria. For each run of analysis, the data set was split into a calibration and a validation data set in a 40:60 ratio. Estimated ration compositions were calculated using a partial-least-squares (PLS) regression and then compared to the respective observed ration compositions. In separate analyses, the factors milk yield and concentrate intake were included as additional predictors. To evaluate accuracy, the correlation between observed and estimated values (R) and ratio to performance (RPD) were used. The highest R values (for kg DM intake/for % of ration) were observed for pasture (0.85/0.87), maize silage (0.74/0.75) and concentrate intake (0.75/0.73). Lower correlations were found for grass silage (0.67/0.74) and hay (0.60/0.60). Estimation of groups of feedstuffs (all forages, energy-dense feedstuffs) resulted in R values of >0.80. Including parameters milk yield and/or concentrate intake improved R values by up to 0.08. The results of this study indicate that not all ration components may be estimated equally accurate. Since there may be strong deviations between estimated and observed values in individual data sets, individual estimates should not be over-emphasised. Further research including pooled samples (bulk milk, farm samples, etc.) or variations in ration composition is called for.

Keywords: dairy, feed ration, infrared spectrum, MIR, estimation

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

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

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

⁴ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

Vorhersagefaktoren Milchmenge und Kraftfutteraufnahme verbesserte die Korrelationen um bis zu 0.08. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Genauigkeit der Abschätzung der Rationszusammensetzung über das MIR-Spektrum von den Futterkomponenten abhängt. Ein beachtenswertes Potenzial zur Schätzung der Rationsbestandteile ergibt sich vor allem für jene Rationskomponenten, bei denen Korrelationen von über 0.8 erreicht wurden. Da sich bei den individuellen Datensätzen teilweise große Abweichungen zwischen gemessenen und geschätzten Werten zeigten, dürfen Einzeltielergebnisse jedoch nicht überbewertet werden. Weiterführende Untersuchungen an gepoolten Proben (Tankmilchproben, Betriebsproben etc.) sowie bei geänderten Rationstypen werden empfohlen.

Schlagwörter: Milch, Rationszusammensetzung, Infrarot, MIR, Schätzung

Einleitung und Zielsetzung

Die Mid-Infrarot (MIR) Spektrometrie ist derzeit die Methode der Wahl zur routinemäßigen Bestimmung der Haupt-Milchinhaltstoffe (Laktose, Fett, Eiweiß etc.). Mit Hilfe der MIR-Spektrometrie können aber auch Fettsäuren- und Mineralstoffgehalte sowie Stoffwechselprodukte in der Milch abgeschätzt werden (Ferrand-Calmels et al. 2014, Soyeurt et al. 2009). Die Zusammensetzung und Gehalte an Milchinhaltstoffen werden wesentlich von der Futterration beeinflusst (Larsen et al. 2016). In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, ob und mit welcher Genauigkeit die Rationszusammensetzung von Milchkühen über die MIR Spektrometrie abgeschätzt werden kann. Bei erfolgversprechenden Ergebnissen könnte die MIR-Spektrometrie als kostengünstiges Analyseverfahren zur Qualitätssicherung spezieller Qualitätsmilchprogramme (Weidemilch, Heumilch, Wiesenmilch etc.) eingesetzt und auch in der Milchviehzucht zur besseren Beschreibung der Umwelteffekte (Zuchtwerte) genutzt werden.

Tiere, Material und Methoden

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden von 10.08.2013 bis 12.12.2014 in sieben noch nicht publizierten Forschungsprojekten an den zwei Milchviehversuchsbetrieben (Bio- bzw. konventioneller Betrieb) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Österreich) gesammelt. Die Milchviehherden setzten sich aus unterschiedlichen Rassen (Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian (HF) Europa-Typ, HF-Neuseelandtyp und HF-Lebensleistungszucht) zusammen. Für die vorliegende Auswertung standen insgesamt 10.200 individuelle Tagesdatensätze (Milch und Futteraufnahme) von

90 Milchkühen zur Verfügung. Alle Kühe waren in Laufställen mit eingestreuten Außenliegeboxen untergebracht, wobei die individuelle Futteraufnahme im Stall mit Hilfe von Calan-Gates erhoben wurde. Die Futteraufnahmeerhebung erfolgte zweimal täglich durch Ein- und Rückwaage der Rationskomponenten und Bestimmung des jeweiligen Trockenmassegehalts (105°C über 24 h).

Von den 90 Kühen wurden 31 Kühe in der Vegetationsperiode auch auf der Weide (Kurzrasenweide, 4 bis 21 Stunden/Tag je nach Versuch) gehalten. Die Weidefutteraufnahme der Kühe wurde indirekt aus dem Energie-Nährstoffbedarf (Milchleistung, Milchinhaltstoffe, Trächtigkeitsstadium, Lebendmasse (LM) und LM-Schwankung) und der Energieaufnahme im Stall errechnet (GfE 2001). Angaben zur Rationsgestaltung finden sich in Tabelle 1. Die durchschnittliche T-Aufnahme der Kühe lag bei 15,1 ±4,2 kg T, über das Kraftfutter wurden davon im Durchschnitt 1,26 ±1,11 kg Gerste, 0,55 ±0,61 kg Körnermais, 0,39 ±0,36 kg Sojaextraktionsschrot, 0,39 ±0,37 kg Rapsextraktionsschrot, 0,64 ±1,21 kg Weizen und geringe Mengen (<0,25 kg) an Trockenschnitzeln, Sojabohnenschalen, Erbsen, Triticale, Ackerbohnen und Weizenkleie aufgenommen.

Alle Kühe wurden täglich zweimal gemolken und die Milchmenge kuhindividuell erfasst. Die gekühlten und mit Konservierungsmittel versehenen Morgen- und Abendmilchproben wurden zu gleichen Teilen zu einer kuhindividuellen Tagesprobe vereint, gekühlt gelagert und wöchentlich an das LKV-Milchlabor (St. Michael) gesandt. Dort wurden die Milchinhaltstoffe mit Hilfe des MIR-Spektrums mit einer MilkoScan Apparatur (MilkoScan FT6500; Foss, Hillerød, Denmark) und dem Datenintegrator v1.58 bestimmt. Die MIR-Spektraldaten wurden abgespeichert und umfassten 1060 Datensätze (Absorptionsraten bei verschiedenen Wellenzahlen) pro Probe im Bereich von 926 cm⁻¹ bis 5.012 cm⁻¹. Diese MIR-Datensätze wurden ohne Vorbehandlung zur statistischen Auswertung herangezogen und den entsprechenden Tages-Futteraufnahmedaten gegenübergestellt. Im Mittel waren die Kühe in der 1,85 ±1,41 (Min-Max: 1-9) Laktation, hatten eine Lebendmasse von 545 ±98 kg und gaben 20,0 ± 7,1 kg Milch. Der Milchfettgehalt betrug 4,25 ±0,73 %, der Eiweißgehalt 3,23 ±0,36 %, der Laktosegehalt 4,62 ±0,20 % und der Milhharnstoffgehalt lag bei 20,2 ±10,8 mg/100 ml. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem „Partial Least Squares (PLS) Regressionsmodell“ im SAS-Programmpaket (SAS 9.4 TS Level 1M2). Alle im Ergebnisteil angeführten PLS-Ergebnisse (R, Abweichungsmaßzahlen) stellen Mittelwerte von 50 PLS-Prozedurdurchläufen dar. Der Datensatz wurde bei jeder PLS-Prozedur zufällig in einen Kalibrierungs- bzw. Validierungsdatensatz im Verhältnis 40:60 % geteilt. Dieses Verhältnis lieferte die höchsten durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten (R)

zwischen den gemessenen und geschätzten Futteraufnahmedaten, bei vertretbarer Berechnungszeit. Bei jeder PLS-Prozedur wurde auf Basis von latenten Variablen („fiktive“ Faktoren mit Vorhersagekraft im MIR-Spektrum) eine Schätzgleichung erstellt, welche die

Tabelle 1: Futteraufnahme und Energiegehalt der Rationskomponenten

	Futteraufnahme, kg T/Tier u. Tag				Energie, MJ NEL/kg T	
	Mittel	SD	Min	Max	Mittel	SD
Futteraufnahme kg T	15,1	4,2	5	27	6,57	0,36
Heu (H), kg T	3,2	3,1	0	23	5,88	0,15
Grassilage (GS), kg T	4,4	3,2	0	23	5,98	0,10
Maissilage (MS), kg T	2,6	1,7	0	7	6,33	0,08
Weidefutter (W), kg T	2,1	4,6	0	21	6,40	0,22
Kraftfutter (KF), kg T	3,3	3,0	0	13	8,47	0,12

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten und Abweichungsparameter zwischen erhobenen und berechneten Rationsdaten für die Validierungsdatensätze

PLS-Einflussvariablen:	MIR Spektrum (MIR)					MIR+M ¹⁾		MIR+M+KF ²⁾	
	R	RPD	RMSE	BIAS	SLOPE	R	RPD	R	RPD
Futtermittelaufnahme, kg T									
Weidefutter (W), kg T	0,85	1,9	2,4	0,01	0,97	0,85	1,9	0,86	2,0
Kraftfutter (KF), kg T	0,75	1,5	2,0	0,00	0,95	0,83	1,8		
Maissilage (MS), kg T	0,74	1,5	1,2	0,00	0,93	0,74	1,5	0,74	1,5
Grassilage (GS), kg T	0,67	1,4	2,4	-0,01	0,94	0,68	1,4	0,68	1,4
Heu (H), kg T	0,60	1,2	2,5	0,00	0,91	0,61	1,3	0,61	1,3
GS+H, kg T	0,84	1,9	2,3	0,01	0,98	0,86	2,0	0,86	2,0
GS+H+W, kg T	0,72	1,4	2,4	-0,01	0,92	0,73	1,5	0,76	1,5
MS+KF, kg T	0,82	1,7	2,3	0,00	0,97	0,87	2,0		
Rationsanteil, %									
Weidefutter (W), %	0,87	2,0	17	0,05	0,97	0,87	2,1	0,88	2,1
Kraftfutter (KF), %	0,73	1,5	10	-0,04	0,94	0,79	1,6		
Maissilage (MS), %	0,75	1,5	7	-0,02	0,93	0,76	1,5	0,77	1,6
Grassilage (GS), %	0,74	1,5	13	-0,03	0,94	0,74	1,5	0,75	1,5
Heu (H), %	0,60	1,3	13	0,00	0,92	0,61	1,3	0,62	1,3
GS+H, %	0,85	1,9	13	0,00	0,96	0,85	1,9	0,87	2,0
GS+H+W, %	0,83	1,8	11	0,01	0,96	0,85	1,9	0,92	2,5
MS+KF, %	0,83	1,8	11	0,00	0,97	0,85	1,9		

¹⁾ MIR+M: MIR-Spektrum + Milchtagesleistung als Einflussvariablen im PLS-Modell

²⁾ MIR+M+KF: MIR-Spektrum + Milchtagesleistung + Kraftfuttermittelaufnahme als Einflussvariablen

größte Vorhersagegenauigkeit lieferte. Die optimale Anzahl an latenten Variablen wurde für jedes Futtermittel auf Basis der erzielten Korrelationskoeffizienten und Abweichungsmaßzahlen individuell festgesetzt und lag zwischen 80 und 130 Variablen. Zusätzlich zu den MIR-Spektraldaten wurden in weiteren PLS-Auswertungsschritten geprüft, ob zusätzliche Informationen zur Tagesmilchleistung der Kühe bzw. zur Kraftfuttermittelaufnahme die Vorhersagegenauigkeit erhöhen können. In den Ergebnistabellen sind für jedes Futtermittel bzw. jede Futtermittelgruppen die Korrelationskoeffizienten (R) zwischen gemessenen und geschätzten Werten aus den 50 PLS-Prozedurdurchläufen angeführt. Der RMSE („root mean square error“) beschreibt die durchschnittliche Abweichung der Schätzwerte von den gemessenen Werten. Da dieser Wert jedoch vom durchschnittlichen Rationsanteil beeinflusst wird, wurde auch der RPD-Wert („ratio to performance deviation“) berechnet. Dabei wird die Standardabweichung der gemessenen Werte eines Futtermittels durch dessen RMSE-Wert dividiert. Zur Beschreibung etwaiger systematischer Fehler wurden die BIAS- und SLOPE-Werte berechnet. Der BIAS-Wert wurde als nicht signifikant bezeichnet, wenn der absolute BIAS-Wert abzüglich der Standardabweichung*1,96 kleiner 0 war. Der SLOPE-Wert wurde als nicht signifikant unterschiedlich von 1 angesetzt, wenn der SLOPE plus die Standardabweichung*1,96 größer 1 war.

Ergebnisse

Bei ausschließlicher Nutzung der MIR-Spektrendaten zur Schätzung der Rationszusammensetzung wurden Korrelationskoeffizienten (R) zwischen 0,6 und 0,9 festgestellt (Tabelle 2). Bei allen Merkmalen zeigte sich kein signifikanter BIAS. Die SLOPE-Ergebnisse unterscheiden sich nicht signifikant von 1, mit der Ausnahme von Heu (kg T), Weidefutter (kg T) der GS+H-Aufnahme, bei denen der SLOPE auf eine leichte Überschätzung bei geringen und eine leichte Unterschätzung bei hohen Werten hinweist. Die RPD-Werte lagen je nach Futtermittel zwischen 1,2 und 2,1.

Bei den Einzelfutterkomponenten zeigten sich die höchsten Korrelationskoeffizienten für die Weidefuttermittelaufnahme (0,85) und den Weidefuttersrationsanteil (0,87). Auch für die Aufnahme an konserviertem Grünlandfutter (GS+H), die Aufnahme an MS+KF bzw. deren Rationsanteile (%) sowie den Grünlandfuttersrationsanteil (GS+H+W) wurden Korrelationskoeffizienten über 0,8 festgestellt.

Auch bei den RPD-Ergebnissen erzielten diese Futtermittel bzw. Futtermittelgruppen die vielversprechendsten Ergebnisse. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Tagesmilchleistung im PLS-Modell erhöhte sich R am deutlichsten bei der Kraftfutter-Abschätzung. Wenn weiters noch die Kraftfuttermenge im Modell berücksichtigt wurde, dann stieg R in allen Kategorien leicht, am deutlichsten aber bei dem Grünlandfutter-Rationsanteil (GS+H+W) an.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Vielversprechend können die vorliegenden Ergebnisse auf Grund der R-Werte >0,8 und RPD-Werte von 2 vor allem für Weidefutter und einige Futtermittelgruppen (GS+H, GS+H+W; KF+MS) eingestuft werden. Nach Karoui et al. (2006) ermöglichen R-Werte im Validierungsdatensatz zwischen 0,8-0,9 approximative quantitative Abschätzungen und weisen RPD-Werte von $\geq 2,0$ auf die analytische Nutzungsmöglichkeit von Methoden hin. McParland et al. (2012) nutzten MIR-Milchdaten zur Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen. Die Autoren stufen R-Werte zwischen 0,5 und 0,8 als „angemessen genau“ ein. Vanlierde et al. (2016) schätzten die Methanemissionen mit MIR-Daten ab und bezeichneten R-Werte von 0,84 als ausreichend für Screening-Tools um diese in der Zucht und im Management zu nutzen. Die Abweichungsparameter der vorliegenden Arbeit weisen aber auch darauf hin, dass bei im Durchschnitt guten Ergebnissen bei Einzelproben deutliche Abweichungen bestehen können. In weiterführenden Untersuchungen (Tankmilchproben, geänderte Rationen) soll diesen Zusammenhängen nachgegangen werden.

Literatur

- Ferrand-Calmels, M., Palhière, I., Brochard, M., Leray, O., Astruc, J.M., Aurel, M.R., Barbey, S., Bouvier, F., Brunschwig, P., Caillat, H., Douguet, M., Faucon-Lahalle, F., Gelé, M., Thomas, G., Trommenschlager, J.M., Larroque, H., (2014): Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 97, 1, 17-35.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Karoui, R., Mouazen, A. M., Dufour, E., Pillonel, L., Schaller, E., De Baerdemaeker, J., Bosset, J. O., 2006. Chemical characterisation of European Emmental cheeses by near infrared spectroscopy using chemometric tools. *International Dairy Journal*, 16, 10, 1211-1217.
- Larsen, T., Alstrup, L., Weisbjerg, M. R., (2016): Minor milk constituents are affected by protein concentration and forage digestibility in the feed ration. *Journal of Dairy Research*, 83, 12-19.
- McParland, S., Banos, G., McCarthy, B., Lewis, E., Coffey, M. P., O'Neill, B., O'Donovan, M., Wall, E., Berry, D. P., 2012. Validation of mid-infrared spectrometry in milk for predicting body energy status in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 12, 7225-7235.
- Soyeurt, H., Bruwier, D., Romnee, J.-M., Gengler, N., Bertozzi, C., Veselko, D., Dardenne, P., (2009): Potential estimation of major mineral contents in cow milk using mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 92, 6, 2444-2454.
- Vanlierde, A., Vanrobays, M. L., Gengler, N., Dardenne, P., Soyeurt, H., McParland, S., Lewis, E., Deighton, M. H., Mathot, M., Dehareng, F., 2016. Milk mid-infrared spectra enable prediction of lactation-stage-dependent methane emissions of dairy cattle within routine population-scale milk recording schemes. *Animal Production Science*, 56, 258-264.

Weide-Triebwegbefestigungen im direkten Vergleich

Andreas Steinwider^{1*}, Hannes Rohrer¹, Walter Starz¹ und Johann Häusler²

Zusammenfassung

Am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof werden unterschiedliche Weidetriebwegbefestigungssysteme im praktischen Einsatz getestet. Hinsichtlich Errichtungskosten, Dauerhaftigkeit, Betreuungsaufwand, Rutschfestigkeit, Tierkomfort etc. hat jede Variante ihre speziellen Vor- und Nachteile. Es ist daher notwendig, dass betriebsindividuell die optimalen Triebwegsysteme gesucht und umgesetzt werden.

Schlagwörter: Weide, Triebwege, Milchkühe

Summary

At the Institute of Organic Farming different pasture path systems were implemented and tested in practical use. With regard to construction costs, durability, support effort, slip resistance, animal comfort etc. each variant has its specific advantages and disadvantages. It is therefore necessary to implement site adapted systems.

Keywords: gras, pasture path way, dairy cows

Einleitung

Bei Weidehaltung müssen Milchkühe zweimal täglich von der Weide in den Stall und auch wieder zurückgehen. Es ist daher sinnvoll, tiergerechte Triebwege zu errichten. Die Triebwege sollten kostengünstig und arbeitszeitsparend errichtet werden können, zumindest 10 – 20 Jahre ohne größeren Aufwand halten und möglichst viele Weideflächen erschließen. Optimal für die Rinder sind trockene und bei langen Wegstrecken weiche Triebwegausführungen. Wenn Tiere über morastige Wege gehen müssen, steigen das Risiko für Klauen- und Eutererkrankungen und die Gefahr einer Futterverschmutzung, die wiederum zu einem verstärkten Auftreten von Durchfällen in bzw. nach Regenperioden führen kann (AGFF, 2004). Am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde, in Anlehnung an die Empfehlungen des AGFF-Infoblatts zur Triebweggestaltung, ein Triebwegschaugarten errichtet (vergl. AGFF, 2004, STEINWIDDER u. STARZ, 2015). Dieser ermöglicht es LandwirtInnen unterschiedliche Systeme direkt zu vergleichen. Weiters kann durch die Versuchsherde des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein deren Eignung für die tägliche Verwendung getestet werden. Im vorliegenden Beitrag sollen die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen dargestellt und daraus Empfehlungen abgeleitet werden.

Material und Methoden

Seit 2009 besteht am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Triebwegschaugarten mit unterschiedlichen Ausführungsvarianten. Der Triebweg wird von der Milchviehherde (30 Tiere) praktisch über die gesamte Vegetationsperiode täglich benutzt. Unmittelbar nach dem Stalltor steht den Tieren ein 3-5 m breiter Triebwegbereich zur Verfügung. Nach dem Austriebsbereich verringert sich die Wegbreite je nach Gelände auf etwa 1,8 bis 2,5 m Breite. Da sich alle Tiere entweder vom Stall auf die Weide oder

von der Weide zum Stall bewegen („kein Pendelverkehr“) ist diese Breite ausreichend. Bei der Wegerrichtung wurde über die gesamte Wegstrecke der Humus 40-60 cm tief abgegraben und eine grobe Rollierung aufgebracht. Seitlich wurden bei Bedarf Befestigungen oder Drainagerohre mitverlegt. Auf diese Unterlage wurden folgende Triebwegausführungsvarianten verlegt:

- **Hackschnitzel** (vorwiegend Fichtenholzspäne, Schütthöhe 10-15 cm)
- **Ausrangierte Spaltenbodenelemente** aus der Schweinehaltung auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und die Spalten mit Sand aufgefüllt
- **Beton-Rasengittersteine** aus dem Gartenbau (40 x 40 cm, Höhe 8 cm, Quadratlochung 8,5 cm, Stegbreite 5,5 cm) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffgitter aus dem Böschungsbau** (Multifunktionsplatten XXL; ca. 0,68 m² pro Platte; ca. 59 x 116 cm, 4 cm Höhe; Rundlochungsdurchmesser ca. 6,5 cm, Stegbreiten zwischen Löchern 0,5-2 cm; HD-PE-Recyclingmaterial; Firma Ritter) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffplatten aus der Pferdehaltung** (BELMONDO; 75 x 57,5 cm, 5 cm Höhe, Sechskant-Wabenlochung, ca. 5 cm Durchmesser, Stegbreite zwischen den Löchern 2 cm, Vertrieb durch die Firma Kraiburg) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststofflochmatten** (LOMAX, Höhe 24 mm, 110 x 175 cm, Rundlochgröße 30 mm, Stegbreite 20-25 mm, Grip-Oberfläche; Firma Kraiburg), auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffmatten** für steile Wege (MONTA, Höhe 24 mm, 65 (130) x 200 cm, erhabenes Rippenprofil

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

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

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

V-förmig; Firma Kraiburg), auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt

- **Ausrangierte Liegeboxenmatten** (2 cm Höhe) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und an den Stößen auf Lärchenholzkanter verschraubt
- **Sand-Schottergemisch** (unterschiedliche Körnung) feucht ausgebracht und verdichtet

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Dauerhaftigkeit hängt in jedem Fall wesentlich davon ab, wie das Wasser abfließen kann. Das Aufbringen einer Rollierung und das Verlegen von Drainagen sowie ein seitliches Gefälle (bombierte Wegausführung) wirken sich günstig auf die Haltbarkeitsdauer aus.

Durch eine optimale Abstimmung der Wegbreite auf die

Herdengröße können oft deutlich Kosten gespart werden. Wenn kein Pendelverkehr stattfindet, reichen bei kleinen Herden oft nur sehr schmale, gut ausgestattete Triebwegbereiche (70-100 cm + jeweils 20-40 cm Seitenbereich -> 1,5-2 m Zaunabstand), welche von den hintereinandergehenden Tieren tatsächlich benutzt werden. Die Ein- und Austriebsbereiche sollten aber auch hier breiter ausgeführt werden. Bei Herden über 50 Kühen sind Triebwegsbreiten von 3-4 m günstig, da sonst der Eintrieb sehr zeitaufwändig ist.

Werden Triebwege mit schweren Fahrzeu gen benutzt, dann muss auch der Untergrund entsprechend ausgeführt werden, um eine Spurrillenbildung zu verhindern.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse und Empfehlungen zu den unterschiedlichen Triebwegausführungen zusammengefasst. Wie die Auflistung zeigt, muss die Auswahl des Systems bestmöglich auf die Betriebsgegebenheiten und

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der verschiedenen Triebwegausführungen (siehe auch AGFF, 2004)

Variante	Empfehlungen/Vor- und Nachteile	Materialkosten ohne Untergrund!
Hackschnitzel	weich; rasche Errichtung; sehr flexibel; Naturprodukt; Dauerhaftigkeit sehr eingeschränkt - rasche „Kompostierung“ vor allem an Feuchtstellen und in Schattenbereichen bzw. Vertiefungen; nicht geeignet für nasse Böden; darf nicht direkt auf Humusboden gestreut werden – daher auf Rollierung und/oder Vlies aufbringen; bombierte Ausführung wichtig; jährliches Ersetzen der obersten Schicht notwendig; bedingte Befahrbarkeit;	3–5 Euro/m²
Kunststoffgitter aus dem Böschungsbau (z.B. Multifunktionsplatten XXL: Ecoraster)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung auf ebenem Untergrund; Verbundverlegung durch Verbindungselemente möglich; leichtes Baumaterial; Eignung für nasse Bereiche; je nach Ausführung kann eine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig sein; Nicht jede Variante begrünbar; ebener Untergrund erforderlich; bedingte Befahrbarkeit (je nach Produkt); bedingt rutschsicher daher Rutschgefahr bei Steigungen; Kosten teilweise hoch	10–15 Euro/m² (je nach Material und Abnahmemenge)
Kunststoffplatten (z. B. Belmondo)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung auf ebenem Untergrund; Verbundverlegung durch Verbindungselemente möglich; leichtes Baumaterial; Eignung für nasse Bereiche; je nach Ausführung kann eine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig sein; Nicht jede Variante begrünbar; ebener Untergrund erforderlich; bedingte Befahrbarkeit (je nach Produkt); nicht rutschsicher - Rutschgefahr bei Steigungen; Kosten hoch	20-25 Euro/m²
Kunststofflochmatten (z.B. LOMAX)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung; passt sich Untergrund an; Verbindungselemente (beständige Kabelbinder oder z.B. verschraubt auf Holzkanter); Eignung für nasse Bereiche; vorübergehende Nutzung möglich; leichtes Baumaterial; keine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig; nicht begrünbar; bedingte Befahrbarkeit; nicht rutschsicher bei Steigungen; Kosten hoch	31 Euro/m² (LOMAX bei Palettenabnahme)
Kunststoffmatten für Steigungen (z.B. MONTA)	Haltbarkeit gut; für Gefälle über 6 % (bis max. 15 %) durch V-Rippenprofil und Erhebungen geeignet; Befestigung auf Untergrund bei starken Steigungen notwendig (verschrauben auf Beton); leichtes Baumaterial; keine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig/möglich; nicht begrünbar; bedingte Befahrbarkeit; rutschsicher auf leichten Steigungen; Kosten sehr hoch	48-52 Euro/m² (MONTA bei Palettenabnahme)
Ausrangierte Liegeboxenmatten	Haltbarkeit gut; Verfügbarkeit unterschiedlich, verlegbar auch ohne tiefe Drainage; Eignung für nasse Bereiche; geringes Gewicht der Elemente; Rutschgefahr bei Steigungen; Verbindungselemente (verschrauben auf Holzkanter) notwendig	2–6 Euro/m²
Beton-Rassengittersteine	Haltbarkeit gut; erhältlich in jedem Baumarkt; Verlegeaufwand hoch (kleine und schwere Elemente, keine Verbindungsstücke); Eignung für nasse Bereiche; Befahrbarkeit je nach Produkt; Schutzschicht für Klauen zumeist notwendig (dann nicht begrünbar)	12–15 Euro/m² (je nach Abnahmemenge und Stärke)
Alte Spaltenbödenelemente (Schwein/Rind)	Haltbarkeit gut; preiswert; begrünbar; Eignung für nasse Bereiche; verlegbar auch ohne tiefe Drainage; Verfügbarkeit unterschiedlich; hohes Gewicht der Elemente; Rutschgefahr bei Steigungen; saubere Verlegung (Unebenheiten bei Stößen vermeiden) notwendig	Je nach Verfügbarkeit: 2–8 Euro/m²
Asphalt/Beton (vergl. AGFF, 2004)	Haltbarkeit gut; frostsicherer Unterbau wichtig (teuer); Asphalt: mind. 6 % Bitumen, ≥8 cm Höhe; Beton: Qualität C30/37 oder höher, ≥12 cm Höhe; Säurebeständigkeit bei Asphalt wichtig; Eignung für nasse Bereiche; Bewilligungspflicht in manchen Ländern; Rutschgefahr; harter Untergrund daher nicht gut für lange Wege geeignet; nicht begrünbar; sehr teuer	15-35 Euro/m² (inkl. Unterbau 35-70 Euro/m ²)
Sand-Schotter-Gemisch	Haltbarkeit gut; Eignung für nasse Bereiche; Eignung für Steigungen bis 10 %; geeignetes Material (Körnung; unterschiedliche Größen) wichtig; zu grobes Material kann zu Klauenverletzungen führen; Humus sollte entfernt werden, Schichtdicke über 10 cm; bei Errichtung gut anfeuchten und gut walzen	5–15 Euro/m²

Nutzungswünsche abgestimmt werden. Unabhängig vom System muss mit unterschiedlichen Kosten für die Errichtung gerechnet werden.

Wenn Weiden neu angelegt werden, sollte aus Zeit- und Kostengründen auf kurze Triebwege Wert gelegt werden. Bei der Wegerrichtung können bei Bedarf Leitungen für Wasser und Strom mitverlegt werden.

Weiterführende Infos

- Video mit Empfehlungen zur Errichtung von Weidetriebwegen „Schluss mit dem Marsch“: www.raumberg-gumpenstein.at/weideinfos
- Steinwigger, A., Rohrer, H., Häusler, J., Starz, W. (2016): Weide-Triebwege richtig anlegen. ÖAG Infoschrift 4/2016, 16 S.

Literatur

- AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues) (2004): Weide von Milchkühen – Zugangswege zu den Weiden: nützlich oder unnötig? Herausgeber AGFE Zürich, Info-Blatt W14, 2 S.
- STEINWIGGER, A., STARZ, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Stocker Verlag, 300 S.
- STEINWIGGER, A., ROHRER, H., HÄUSLER, J., STARZ, W. (2016): Weide-Triebwege richtig anlegen. ÖAG Infoschrift 4/2016, 16 S.

Kompoststall für Rinder - wichtige Parameter für einen guten Kompostierungsverlauf

Alfred Pöllinger^{1*}, Barbara Pöllinger-Zierler², Christian Kapp¹, Markus Schwaiger³,
Marcel Konrad⁴, Stefan Reisinger⁴ und Maximilian Kopper⁴

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Beurteilung der Kompostqualität und der geruchs- und klimarelevanten Emissionen in Kompostställen für Rinder“ wurden auf 23 milchviehhaltenden Betrieben zu drei verschiedenen Jahreszeiten (Sommer, Herbst und Winter) Proben aus der Kompostmattmatratze gezogen und analysiert. Weiters wurden wesentliche Basisdaten mittels Fragebogen erhoben, um die Analysen und das Betriebsmanagement besser beurteilen zu können.

In Kompostställen werden bevorzugt Sägespäne als Einstreumaterial eingesetzt. Diese sind zwar in der Anschaffung meist teuer, besitzen aber eine hohe Saugfähigkeit, eine gute Strukturstabilität, verrotten unter aerober Bearbeitung ausreichend gut und sind in Österreich weitestgehend gut verfügbar. Dinkelspelzen eignen sich sehr gut zur Verbesserung des Kompostierungsprozesses (Temperaturerhöhung), was besonders in der feuchtkalten Übergangszeit und im Winter wichtig sein kann. Alternative Einstreumaterialien wie Maisspindeln, Reisig und Nadeln, Heu von Naturschutzflächen, Gärreste etc. haben spezifische Eigenschaften und sind nicht als alleiniges Einstreumaterial verwendbar.

Mit rund 5 (2,2-11) kg Stickstoff pro Tonne Kompost ist auch durchschnittlich mehr Stickstoff enthalten wie in einem Kubikmeter Rindergülle. Hinsichtlich der Stickstoffwirkung ist allerdings zu berücksichtigen, dass der vorhandene Stickstoff zu 100 % organisch gebunden vorliegt und erst über die Mineralisierung den Pflanzen zur Verfügung steht. Während des Kompostierungsprozesses im Stall entstehen deutlich geringere Stickstoffverluste im Vergleich zu einem Liegeboxenlaufstall mit Güllewirtschaft (Stall-Lagerung-Ausbringung).

Die im Prozess untersuchten Komposte waren mit durchschnittlich 35 % Trockenmasse ausreichend trocken. Damit konnte eine ausreichend hohe Sauberkeit der Tiere gewährleistet werden. Das durchschnittliche C/N Verhältnis von 30:1 zeigte die fortschreitende Kompostierung gut an. Eine unmittelbare Düngung wäre mit diesem Kompost allerdings noch nicht sinnvoll. Komposte, die nach etwa einem halben Jahr aus dem Stall ausgetragen werden, können meistens direkt für die Düngung verwendet werden. Nur bei sehr holzigen

Summary

Within the project “Assessment of compost dairy bedded-back barns with regard of compost quality, odour and greenhouse gas emissions” samples of 23 composted bedded dairy barns (CDB) were taken and analysed.

The samples were picked from the compost manure mattress during three different seasons (summer – autumn – winter). In addition, various basic data were collected by questionnaire in order to determine the analytical results and the operational management better.

In composted dairy bedded-back barns mainly sawdust is used for bedding. Sawdust got more and more expensive in the last years, but has a good absorptivity as well as a structural stability and a good decomposition under aerobic conditions. Another advantage is the sufficient availability of sawdust in Austria.

Spelt husk are very well suited to improve the composting process (temperature increase), which may be particularly important under wet and cold weather conditions as well as in wintertime.

Alternative bedding materials such as corn cobs, cutted brushwood with needles, hay from nature protection areas, digested and separated slurry etc. have specific properties and usually cannot be used as the only bedding material.

The nitrogen content is approximately 5 (2,2-11) kg per tonne compost. Slightly diluted cattle slurry has only 3.5 kg N per tonne. Regarding the nitrogen efficiency 100% of the nitrogen is organically bound and is available to plants only through the mineralization.

During the composting process in the barn nitrogen shows significantly lower losses compared to cubicle housing with liquid manure (barn-storage-application).

The investigated composts were dry enough for clean bedding with an average of 34% dry matter. The average C/N ratio of 30:1 showed the progressive composting process. An immediate fertilization with this compost would not be useful. Generally, the compost is removed from the barn after half a year. After this time, the compost can be used directly for fertilization. Only if very woody bedding materials (wood chips) are applied, temporary storage and/or separation of woody pieces make

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

² TU Graz, Institut für Analytische Chemie und Lebensmittelchemie, A-8010 Graz

³ Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik, Masterstudium, A-1180 Wien

⁴ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, vorwissenschaftliche Diplomarbeit, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

Einstreumaterialien (Hackgut) ist eine Zwischenlagerung und/oder eine Absiebung der größeren Holzteile sinnvoll.

Schlagwörter: Kompost, Kompoststall, Kompostqualität, Einstreu, Management

Einleitung

Der Kompoststall für Rinder ist eine Zweiflächenbucht, bei der die Liegefläche mit Sägespänen, Hobelspänen, feinen Hackschnitzeln oder anderen organischen Materialien eingestreut wird und diese unter Einarbeitung von Kot und Harn verrotten. Aus der Sicht der artgemäßen Tierhaltung wird das System durchwegs positiv beurteilt, denn „Stallsysteme mit freier Liegefläche kommen den Bedürfnissen von Rindern in Hinblick auf das Liege- und Sozialverhalten sehr entgegen. Sie ermöglichen den Tieren, ihre artgemäßen Liegepositionen einzunehmen und in sozialem Kontakt mit Artgenossen zu ruhen. Der Fressgang kann entweder planbefestigt oder mit Spaltenboden ausgestattet sein.“ (Ofner-Schröck, 2013). Loebeck, et al., (2011) kamen zum Ergebnis, dass die Tiere in Kompostställen, verglichen mit Tieren in Liegeboxenlaufställen (jeweils 6 Betriebe) deutlich weniger lahmt und deutlich weniger haarlose Stellen aufwiesen. Keine Unterschiede zwischen den beiden Stallsystemen wurden hinsichtlich Mastitis gemessen.

Die zentrale Herausforderung für einen Kompoststallbetreiber ist das Sicherstellen des Kompostierungsprozesses in der Liegematratze, insbesondere in der Übergangszeit von Herbst auf Winter und im Winter selbst. Durch die Wärmeentwicklung (25 bis über 50°C) verdunstet ein hoher Anteil der eingetragenen Flüssigkeit (Harnausscheidungen der Tiere). Nur damit ist es möglich, dass der hohe Flüssigkeitsinput nicht zum Versumpfen der Liegematratze führt und diese sauber und vor allem trocken bleibt. Holzeder (2011) schreibt in seinem Beitrag aber auch von der Verwendung von fertigem Kompost als Einstreumaterial. Das ist allerdings nur im Sommerbetrieb in Kombination mit Weidehaltung sinnvoll. Die Kompostmistmatratze und damit Liegefläche bleibt dabei kalt und der ausgeschiedene Harn wird zur Gänze vom fertigen Kompost aufgenommen. Die Harnanfallmengen sind dabei wesentlich geringer im Vergleich zur Ganztagesstallhaltung und damit kann trotz fehlender Verdunstung eine saubere Liegefläche gewährleistet werden.

Die Wahl der Einstreumaterialien richtet sich im Wesentlichen nach der mengen- und preisbezogenen Verfügbarkeit derselben. Dabei spielen die „Strukturstabilität“, die gute Durchmischbarkeit, die Kohlenstoffverfügbarkeit und ein gutes Flüssigkeitsaufnahmevermögen eine entscheidende Rolle (Pöllinger, 2016).

10 bis 16 m³ an Sägespänen werden pro Kuh und Jahr verbraucht (Holzeder, 2011). Weitere Materialien, die derzeit von verschiedenen Betrieben eingesetzt werden sind Hackschnitzel, ausgesiebtes Material aus der Hackschnitzelreinigung, zerkleinertes Reisig mit einem hohen Nadelanteil, Miscanthus, Rapsstroh, Maisspindeln, Müllereiabfälle (Kleien), Dinkelspelzen, Heu von Naturschutzflächen und separierte Gärreste und Gülle. Einige Materialien daraus sind nur als Mischungspartner und nicht für die alleinige

sense.

Keywords: Compost, compost dairy bedded system, compost quality, litter, management

Verwendung geeignet (Holzeder, et al., 2011 und Pöllinger, 2016).

Die Liegefläche ist zweimal täglich mit einem Grubber (Tiefengrubber, Federzinkengrubber/-egge) oder einer Fräse zu bearbeiten. Dadurch wird Kot und Harn in die Einstreu eingemischt – wichtig für die Liegeflächensauberkeit – und Sauerstoff in die Matratze eingebracht – wichtig für den Kompostierungsprozess.

Problemstellung

Ein stabiler Kompostierungsprozess in der Kompostmistmatratze ist für das Funktionieren eines Kompoststalles von zentraler Bedeutung. Um den Prozess richtig führen zu können, braucht es die Kenntnis der Zusammenhänge, die einen Kompostierungsprozess bestimmen. Im Wesentlichen geht es darum, die perfekten Lebensbedingungen für die Mikroorganismen zu schaffen.

Die Bedingungen betreffen (Dunst, 2015):

- Die richtige Feuchtigkeit (Wassergehalt) in der Mischung
- Die ständige Sauerstoffversorgung
- Die richtige Mischung (Nährstoffzusammensetzung und –verfügbarkeit)
- Die richtige Durchmischung

Ein nicht funktionierender Kompostierungsprozess im Kompoststall ist durch folgende Auswirkungen erkennbar:

- Keine oder zu geringe Temperaturentwicklung (< 25 °C)
- Starke Verschmutzung der Tiere, insbesondere auch im Euterbereich
- Sumpffartige Verhältnisse – eingeschränkter Bewegungsbereich
- Organische Materialien werden nicht oder nur unzureichend abgebaut

Weitere Probleme, die im Zusammenhang mit dem Betreiben eines Kompoststalles beobachtet wurden:

- Die Liegefläche wird nicht zum Abliegen genutzt, obwohl sie ausreichend trocken und weich ist.

Material und Methoden

Analysen der Kompostproben

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Beurteilung der Kompostqualität und der geruchs- und klimarelevanten Emissionen in Kompostställen für Rinder“ wurden auf 23 milchviehhaltenden Betrieben zu drei verschiedenen Jahreszeiten (Sommer, Herbst und Winter) Proben aus der Kompostmistmatratze gezogen und analysiert. Die Probenahme erfolgte mit einem Probenstecher, der eine Länge von einem

Meter und einen Durchmesser von 5 cm aufwies. An drei bis vier regelmäßig im Stall verteilten Stellen wurde eine Querschnittsprobe reichend bis zum festen Boden darunter entnommen, in einem Kübel vermischt und daraus eine ein Liter Probe entnommen. Diese wurde beschriftet und bis zur analytischen Weiterbearbeitung kühl gelagert. Die für die Charakterisierung der Probe notwendigen Basisdaten (Einstreumaterial, durchschnittliche Jahresmilchleistung, Milhharnstoffgehalt, Liegeplatzangebot, Einstreumenge und Einstreuzeitpunkt) wurden mittels Fragebogen erhoben.

Die Proben wurden im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein auf die Parameter Trockenmasse (TM), Gesamtstickstoff (N), Ammoniumstickstoff (NH₄-N), pH-Wert, Mengenelemente (Ca, Mg, K, P), Spurenelemente (Na, Zn, Mg, Cu, Fe) und Kohlenstoff (C) hin untersucht.

Temperaturen in der Kompostmistmatratze

Auf sechs systematisch verteilten Messpunkten im Stall wurden neben der Luftfeuchtigkeit und der Oberflächen-temperatur die Komposttemperaturen in 20 und 40 cm Tiefe mit einem Stechthermometer gemessen und in ein Messprotokoll eingetragen.

Saugfähigkeitsuntersuchung

Zur Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit von verschiedenen Einstreumaterialien wurden diese vorweg in einem Trockenschrank bei 106°C 25,5 Stunden lang bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Von den vorgetrockneten Einstreumaterialien wurden 20 g entnommen, auf einem feinen Sieb verteilt, eine Minute lang mit Wasser am Wasserhahn übergossen und anschließend 10 Minuten zum Abtropfen stehen gelassen. Dann wurde das nasse Einstreumaterial erneut gewogen. Dieser Vorgang wurde pro Einstreumaterial zweimal durchgeführt. Die aufgenommene Wassermenge wurde dann in Bezug zu einem Gramm Einstreumaterial gesetzt und in der Tabelle dargestellt.

Mit folgenden Einstreumaterialien wurde die Saugfähigkeitsuntersuchung durchgeführt:

- Sägespäne
- Hackgut grob
- Hackgut mittelfein
- Hobelspäne
- Miscanthus
- Dinkelspelzen
- Reissignadeln (Absiebmaterial aus der Hackgutvorbehandlung)
- Gülleseparat aus Mastrindergülle

Ergebnisse

Analysenergebnisse

In der Tabelle 1 sind ausgesuchte chemische Parameter der untersuchten Komposte angeführt. Es handelt sich dabei nicht um ausgereifte Komposte, die zur Ausbringung vorbereitet waren, sondern um Komposte, die mitten im Umsetzungsprozess beprobt wurden. Im Mittel weisen die Komposte einen Trockenmassegehaltswert von 34,2 % auf. Das ist auch jener Wert, den es zu erreichen gilt, um

gesichert trockene und saubere Liegeflächenbedingungen anbieten zu können. Der große Schwankungsbereich von 24,5 bis 51,6 % zeigt aber auch die Problematik auf, die es im Management zu bewältigen gilt. Vor allem feuchte Kompostmatratzen (unter 30 % TM) sind aufgrund der folgenden höheren Tierverschmutzung, des tieferen Einsinkens und des unzureichenden Kompostierungsprozesses problematisch. Abhilfe kann dann nur mehr mit erhöhtem Einstreubedarf und wenn verfügbar mit dem Einsatz spezieller Einstreumaterialien gefunden werden.

Tabelle 1: Minima, Maxima und Mittelwerte ausgesuchter chemischer Parameter von Komposten aus Kompoststallbetrieben im Projekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Proben aus dem Sommer, Herbst und Winter 2015-16. Werte in g/kg FM

Parameter	TM	Ca	N	pH-Wert	C/N
Min	245	1,7	2,2	7,5	11
Max	516	47,0	11,0	9,1	66
Mittelwert	342	6,6	5,1	8,2	30

Zu trocken geführte Kompostmatratzen sind demgegenüber kein Problem, da das Nachbefeuchten durch die Tiere automatisch passiert. Sollte sich aufgrund zu trockener Bedingungen der Kompostierungsprozess zu stark abschwächen (abkühlen <25°C) stellt das auch kein Problem dar, da der Prozess wieder von selbst in Gang kommen kann, wenn optimale Bedingungen hinsichtlich Nährstoffangebot und Durchmischung gegeben sind. Kompost aus dem Kompoststall ist in der Regel kein Kalkdünger. Das ist auch mit dem mittleren Gehalt von annähernd 7 kg Kalzium/t Kompost erkennbar. Das Maximum liegt bei 47 kg und wird von einem Betrieb mit Aschenbeimengung erreicht und ist damit nicht typisch für Kompoststallbetriebe.

Der Stickstoffgehalt bewegt sich mit 5,1 kg/t Kompost etwas über dem Wert von 1:0,5 wasserverdünnter Rindergülle mit 3,5 kg/t. Der Stickstoff liegt allerdings in gebundener Form vor und wird für die Pflanzen nur über Umsetzungsprozesse im Boden verfügbar. In einer ersten Betrachtung der Gesamtstickstoffeffizienz im Kompoststall im Vergleich zu einem herkömmlichen Liegeboxenlaufstall mit Güllesystem sind die Berechnungen vielversprechend. Aus den Emissionsmessungen in den Kompostställen wurden um 20 % geringere Emissionswerte im Vergleich zum Liegeboxenlaufstall gemessen. Während der Lagerung – so der Kompost nicht direkt ausgebracht wird – entstehen beim Kompostsystem keine Ammoniakverluste mehr, ebenso bei und nach der Ausbringung der Dünger. Einzig die Jahreswirksamkeit – also die Düngerwirksamkeit innerhalb eines Jahres – ist bei Gülle mit 70% deutlich höher im Vergleich zu Kompost mit nur 10% (Baumgarten et al., 2006). Geht man allerdings von einer Gesamtwirksamkeit aus, so kann „bezogen auf den feldfallenden Stickstoff bei langjährigem, regelmäßigem Einsatz von Wirtschaftsdüngern und günstigen Mineralisierungsverhältnissen bis zu 100 % erreicht werden“ (Baumgarten et al., 2006).

Der pH-Wert der Komposte liegt im Mittel bei 8,2. Damit ist allerdings noch nicht die Gewähr gegeben, dass der Dünger nicht auch eine versauernde Wirkung aufweisen kann. Die versauernde Wirkung geht bei organischen Materialien vom Einsatz holziger Bestandteile aus (Sägespäne, Hackgut, Hobelspäne, Nadeleinstreu, Miscanthus, ...). Leicht abbaubare

Einstreumaterialien wie z.B. Dinkelspelzen, Maisspindeln, Rapsstroh, etc. tragen grundsätzlich nicht zum Versauern der Böden bei. Die Ursache liegt im erhöhten Sauerstoffbedarf beim Abbau holziger Materialien. Bei der Kompostierung ist jedoch ein hoher Sauerstoffanteil durch den täglich zweimaligen Bearbeitungsprozess gegeben. Deshalb ist davon auszugehen, dass während des Kompostierungsprozesses im Stall ein relativ rascher aerob beeinflusster Abbauprozess abläuft. Auf strukturschwachen und sauren Böden sollte der Kompost für 3 – 4 Monate nochmals zwischengelagert werden. Temperaturmessungen bei aufgesetzten Mieten aus ausgeräumten Kompostställen haben gezeigt, dass noch Temperaturen von über 40 °C erreicht werden können. Eine Alternative zur Nachrotte ist die gezielte Kalkung der Düngeflächen; das allerdings erst nach einer vorher durchgeführten Bodenuntersuchung, die als Ergebnis einen Kalkbedarf anzeigt.

In diesem Zusammenhang ist auch das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis (C/N) zu sehen. Der Mittelwert liegt bei 30:1. Für die Düngung ideal wäre ein Verhältnis von 20:1 (Dunst, 2015). Die Variationsbreite geht von 11 bis 66 zu 1. Während 11:1 bereits „humusähnlich“ ist (10:1), muss bei 66:1 noch ein intensiver Ab- und Umbauprozess stattfinden, damit der Kompost nicht versauernd wirkt. Die Komposte von jenen Kompoststallbetrieben, die als Einstreumaterial leichter verfügbare Kohlenstoffquellen (Müllereiprodukte,...) oder bereits vorabgebaute organische Materialien (Torf,...) einsetzen weisen in der Regel ein deutlich niedrigeres C/N Verhältnis auf (20:1) als Komposte von Betrieben mit holzigen Einstreumaterialien (35:1).

Saugfähigkeitsversuchsergebnis

Neben der guten Kompostierbarkeit und der ausreichenden Strukturwirksamkeit von Einstreumaterialien müssen diese auch eine ausreichend gute Saugfähigkeit aufweisen, damit der ausgeschiedene Harn direkt aufgenommen werden kann.

In der Tabelle 2 ist das Wasseraufnahmevermögen unterschiedlicher Einstreumaterialien angegeben. Hobelspäne haben in dem Versuch die größte Menge an Wasser aufgenommen, nämlich annähernd die 5 fache Menge des Eigenwichts. Die Wasseraufnahmefähigkeit von Sägespänen wird in der Literatur mit 350 bis 400 % des Eigengewichtes angegeben, Getreidestroh (gehäckselt) mit 300 bis 400 %, Torf/Torfmoos mit 400 bis 1.000 % und Nadelstreu mit 130 % (Gottschall, 1984). In dem durchgeführten Versuch wurden rund 300 % des Eigengewichts an Wasser aufgenommen. Das geringste Wasseraufnahmevermögen weist Hackgut mit weniger als 100 % des Eigengewichtes auf.

Eine gute Wasseraufnahmefähigkeit ist allerdings nur ein Parameter für die Eignungsbewertung als Einstreumaterial für Kompostställe. Die Parameter Strukturstabilität, Verrottbarkeit (C/N Verhältnis) und Durchmischungsfähigkeit sind weitere wesentliche Beurteilungskriterien. Um allerdings den unterschiedlichen und teilweise entgegengesetzten (Strukturstabilität – Verrottbarkeit) Anforderungen gerecht werden zu können, bietet sich auch die Möglichkeit die Materialien in Mischungen einzusetzen.

Empfehlungsliste – Betriebsmanagement

Für die Errichtung und den gut funktionierenden Betrieb eines Kompoststalles braucht es ein hohes Maß an Detailwis-

Tabelle 2: Saugfähigkeit von unterschiedlichen Einstreumaterialien, die in Kompostställen eingesetzt werden (Werte in g Wasser pro g trockene Einstreu)

<u>Einstreumaterial</u>	<u>Aufgenommene Wassermenge in g</u>
Hobelspäne	4,85
Sägespäne	3,08
Gülleseparat aus Mastrindergülle	2,55
Reisignadeln	1,80
Miscanthus	1,46
Dinkelspelzen	1,33
Hackgut grob	0,93
Hackgut mittelfein	0,90

sen, das aufgrund der Besonderheit des Stallsystems noch nicht in der breiten landwirtschaftlichen Praxis vorhanden ist. Mit der baulichen Detailplanung hat sich besonders die Abteilung für landwirtschaftliches Bauen der Landwirtschaftskammer Oberösterreich mit der Bezirkskammer in Ried im Innkreis (Holzeder, 2011) befasst. Bezüglich des Managements (Einstreumaterialien, Bearbeitungstechnik und –intensität,...) gibt es aus dem Projekt einige wichtige Erkenntnisse, auf die im folgenden Absatz näher eingegangen wird.

1. Bearbeitungstechnik

Für die Belüftung und Durchmischung der Kompostmistmatratze sind in der Praxis die Federzinkenege, der Federzinkengrubber, der Tiefengrubber und die Bodenfräse im Einsatz zu finden. Aus der Sicht des Kompostierungsprozesses sind die Durchmischungswirkung und der Sauerstoffeintrag mit einer Bodenfräse am intensivsten. Deshalb kann die Fräse auch für Betriebe empfohlen werden, die hinsichtlich der Temperaturentwicklung Probleme haben, wenn die Ursache im unzureichenden Sauerstoffeintrag zu suchen ist. Ein Tiefengrubber mit einer Bearbeitungstiefe von 30 bis 40 cm sollte in Abwechslung (1x alle 7 bis 14 Tage) mit einem oberflächlich arbeitenden Gerät verwendet werden. Damit wird gewährleistet, dass die unteren Bodenschichten im aeroben Ab- und Umbauprozess bleiben. Passiert dies nicht, dann laufen in tieferen Schichten anaerobe Abbauprozesse, die die Kompostqualität verringern. Zudem kann mit einer periodisch tieferen Bearbeitung das Flüssigkeitsspeichervermögen der Gesamtkompostmatratze besser genutzt werden. Die übliche Bearbeitungstiefe wird mit 15 bis 25 cm angegeben.

Federzinkengrubber oder –egge sind sehr einfach zu handhabende Bearbeitungsgeräte und reichen für die alleinige Bearbeitung im Sommer völlig aus. Ein weiterer Vorteil ist in dem geringen Mechanisierungsbedarf zu sehen. Der Federzinkengrubber und die Federzinkenege können auch mit einem PS-schwächeren Hoftraktor oder einem Hoflader – rascher An- und Abbau möglich – kraftstoff- und zeitsparend betrieben werden.

2. Einstreumaterialien, Mischungen

Mit der Wahl der Einstreumaterialien kann der Kompostierungsprozess maßgeblich beeinflusst, bzw. gesteuert werden. In der Tabelle 3 sind unterschiedliche Einstreumaterialien aufgelistet und nach verschiedenen Kriterien bewertet.

Sägespäne sind nach wie vor das Standardeinstreumaterial. Die Verfügbarkeit ist in der Regel in allen Regionen Öster-

reichs gegeben. Die weiterhin zunehmende Größenkonzentration der Holzverarbeitenden Industrie und damit die noch stärkere Verwendung von Sägespänen in der Weiterverarbeitung (Spanholzplattenbau) und in der thermischen Verwertung (Pellets) machen dieses Einstreumaterial für die landwirtschaftliche Verwendung zu teuer.

Derzeit werden Preise von 12,- bis 18,- Euro pro Kubikmeter bezahlt. In Einzelfällen sind deutlich günstigere Preise möglich, meist allerdings in Kombination mit kurzfristig angemeldeter Selbstabholung. Mit der Unterdacheinlagerung von Sägespänen im Sommer kann man in der Regel günstigere Anschaffungspreise nutzen.

Hobelspäne und Miscanthus sind in einem deutlich geringeren Ausmaß verfügbar, sind aber ansonsten hinsichtlich Temperaturentwicklung, Wasseraufnahmevermögen und Verrottungseigenschaften mit den Sägespänen vergleichbar.

Mit trockenem, gereinigtem Hackgut ist im Verkauf ein deutlich höherer Preis erzielbar, als es über den Umweg der Einstreuverwendung möglich ist. Minderwertiges Hackgut oder Absiebfraktionen aus der Hackgutreinigung hingegen können sehr gut im Kompoststall eingesetzt werden. Obwohl das Wasseraufnahmevermögen nicht sehr gut ist, kann der Kompostierungsprozess über die ausgezeichnete Strukturstabilität gut geführt werden. Wird Hackgut im Bereich der Trockensteher und des Jungviehs eingesetzt, kann die Kompostmatratze ein Jahr und länger im Stall belassen werden ohne zu vernässen.

Beim Ausräumen empfiehlt sich im besten Falle eine Siebung des Materials – die Grobanteile können wieder eingestreut werden – oder die Einarbeitung in Ackerland, oder eine halbjährliche Nachrotte, damit keine größeren Mengen an holzigem Material mehr im Kompost enthalten sind.

Reisig gehackt mit einem hohen Nadelanteil können von Kompostierungsanlagen oder Hackgutreinigungsanlagen bezogen werden. Bisher gibt es noch relativ wenige Erfahrungen mit diesem Einstreumaterial. Faktum ist, dass es mit dem Material nicht möglich ist im Herbst und Winter (Frühjahr?) den notwendigen Kompostierungsprozess aufrecht zu erhalten. Zudem lässt die Strukturstabilität relativ rasch nach. Als Mischungspartner könnte es bis zu 50 % realistisch durchgehend einsetzbar sein.

Zu den Einstreumaterialien mit einer hohen Kohlenstoffverfügbarkeit, sprich guten Verrottungsbedingungen gehören neben den Maisspindeln generell die Abfallprodukte aus der Müllerei (Schalen, Kleie, Mehreste, ...). Besonders wichtig dabei ist die Vorlagerung der Materialien. Keinesfalls dürfen diese vorher im Freien gelagert werden, da die Gefahr der intensiven Schimmelbildung zu groß ist.

Aufgrund der hohen Kohlenstoffverfügbarkeit eignen sie sich besonders zur gerichteten Prozessführung, speziell dann, wenn die Kompostmatratze eine zu geringe Temperaturentwicklung zeigt.

Dinkelspelzen sind hier besonders erwähnenswert. Sie besitzen entgegen den herkömmlichen Abfallprodukten aus der Müllerei (max. 30 % Beimischung möglich) auch eine ausreichende Strukturstabilität und können somit auch zu 100 % eingesetzt werden.

Vor allem im Sommer ist durch die alleinige Verwendung von Dinkelspelzen mit einer extremen Temperaturentwicklung (>50°C) zu rechnen, weshalb sich für diese Jahreszeit lediglich eine Beimischung empfiehlt.

Sparierte Gärreste aus der Biogaserzeugung oder separierte Gülle haben zwar noch ein sehr gutes Wasseraufnahmevermögen – vorausgesetzt die Gärreste sind getrocknet – die schlechtere Temperaturentwicklung und fehlende Strukturwirksamkeit lassen aber keinen 100 prozentigen Einsatz zu. Aus praktischen Rückmeldungen eines Betriebes ist der Einsatz mit 30 % Beimischung begrenzt.

Heu von Naturschutzflächen wird auf einem Betrieb eingesetzt. Die Temperaturentwicklung war zu den Messterminen nicht ausreichend für eine genügend trockene Liegefläche. Wichtig dabei sind die vorherige intensive Zerkleinerung des Materials und die Nachbearbeitung mittels Bodenfräse. Dieses Einstreumaterial lässt sich nicht mit einem Grubber oder einer Federzinkenege bearbeiten. Die Tiere sinken bei diesem Einstreumaterial auch leichter und tiefer ein.

Fein gehäckseltes Stroh wird immer wieder von einzelnen Kompoststallbetreibern eingesetzt. Dabei wird ein Anteil von max. 15 % genannt.

Andere Betreiber lehnen den Einsatz von Stroh aufgrund relativ rasch zunehmender und sofort erkennbarer Eutererschmutzung ab.

Tabelle 3: Geeignete Einstreumaterialien für einen Kompoststall und nach verschiedenen Eigenschaften bewertet.

Einstreumaterial/ Eigenschaften	Tempera- turentwicklung	Wasser- aufnahme- vermögen	Verrottung ²⁾	Struktur- stabilität	Mischung max. Anteil %	Verfü- barkeit ³⁾	Anmerkung
Sägespäne ¹⁾	+	++	--	+	100	+	hoher Preis!?
Hobelspäne ¹⁾	+	++	--	++	100	-/+	kleiner Markt
Hackgut grob (frisch)	+(++)	-	--(-)	++	100	-/+	Verkauf!
Hackgut fein gesiebt	+	-	-	+	100	-/+	
Reisig, Nadeln	+/-	-	--	+/-	50 (100)	-/+	Nur im Sommer 100 %
Miscanthus	+	+	-	+	50	-	
Maisspindeln ⁴⁾	+	+ (-)	+	+	50	-	
Dinkelspelzen	++	-	++	+/-	100	-/+	Ideal zur
Andere Müllereiprodukte	++	-	++	--	30	-	Beimischung
Heu (von Naturschutzflächen)	++	+	+	-	100?	--	Verschmutzung d. Tiere
Sep. Gärreste	-	++	+/-	-	30	-	Hygiene!
Stroh (gemulcht, gehäckselst)	+	+	+	-	15?	++	Ungeeignet?!

¹⁾ Sägespäne und Hobelspäne aus Fichte und Laubholz geeignet, keine Sägespäne von Tannen und Kiefernholz verwenden – unangenehme Geruchsentwicklung

²⁾ gemessen am Parameter C/N Verhältnis

³⁾ Die Verfügbarkeit am Markt ist regional sehr unterschiedlich - Durchschnittsbewertung

⁴⁾ Saugfähigkeit von Maisspindeln ist sehr vom Zerkleinerungsgrad abhängig

Beurteilung: ++ bis --

Literatur

- Baumgarten, A., Amlinger, F., Bäck, E., Buchgraber, K., Dachler, M., Dersch, G., Egger, R., Froschauer, J., Fenz, R., Galler, J., Gruber, L., Hofmair, W., Hölzl, F.X., Holzner, H., Hösch, J., Humer, J., Hütter, M., Juritsch, G., Klaghofer, E., Kuderna, M., Mayer, K., Priller, H., Pötsch, E.M., Rech, T., Reheis, W., Schwarzl, B., Springer, J., Spiegel, H., Steinwidder, A., Tomek, H., Traudtner, F., Winkovitsch, C., (2006): Richtlinie zur sachgerechten Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien. Erarbeitet vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW.
- Dunst, G., (2015): Kompostierung und Erdenherstellung. Praxisbuch und Anleitung für: Hausgarten, Landwirtschaft, Kommune und Profi. Verleger: Sonnenerde – Gerald Dunst Kulturerden GmbH, Oberwarter Straße 100, 7422 Riedlingsdorf. ISBN 978-3-9503088-1-5.
- Gottschall, R., (1984): Kompostierung: Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im ökologischen Landbau (Alternative Konzepte; 45). C.F. Müller Verlag. ISBN 3-7880-9687-X.
- Holzeder, S., (2011): Kompoststall – eine Alternative stellt sich vor. Bautagung Raumberg-Gumpenstein. Seite 5-6. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 8952 Irdning. ISBN: 978-3-902559-57-9
- Holzeder, S., Mölckinhoff Wicke, S., (2011): Kompoststall: Welche Einstreu den besten Komfort bietet. Top agrar Österreich 10/2011, Seite 12-14.
- Ofner-Schröck, E., Huber, G., Gasteiner, J., Guggenberger, T., Zähler, M., Guldimann, K., (2013): Rahmenbedingungen für den Einsatz von Kompostställen in der Milchviehhaltung. Abschlussbericht. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning-Donnersbachtal. Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3599.
- Pöllinger, A., (2016): Kompoststall – Funktion, Emissionen und Wirtschaftsdüngerqualität. Vortrag im Rahmen der Humustage in der Ökoregion Kaindorf, Bez. Hartberg am 18. Jänner 2016.

Könnte die heimische Biolandwirtschaft die Bevölkerung Österreichs im Jahr 2050 potenziell ernähren? Ergebnisse von Simulationen zu Angebot und Bedarf an Nahrungsenergie und Protein

Thomas Guggenberger^{1*}, Norbert Bartelme², Andreas Steinwider³, Elisabeth Finotti¹ und Ingrid Zainer¹

Zusammenfassung

Sowohl die Nachfrage nach biologischen Lebensmitteln als auch das Angebot durch die Landwirte steigen langsam aber stetig an. Diese erfreuliche Entwicklung wird beispielsweise durch ein sich änderndes Einkaufsverhalten der Konsumenten und durch eine gute ökonomische Situation bei den Produzenten gefördert. Die Regelungen der biologischen Landwirtschaft bremsen die stofflichen Produktionskreisläufe. Dies wird in geringeren Erträgen der Produktionszweige sichtbar. Der vorliegende Beitrag stellt sich die Frage, ob eine stetig weiter entwickelte biologische Landwirtschaft im Jahr 2050 die dann um 14 % angewachsene Bevölkerung von Österreich vollständig ernähren kann. Zusätzlich zu erwartende Einflüsse wie klimatische oder marktwirtschaftliche Aspekte werden bei der Prognose berücksichtigt. Die Ergebnisse eines prozessorientierten, landwirtschaftlichen Prognoseverfahrens zeigen, dass das Angebot an verdaulicher Nahrungsenergie derzeit um 12,5 % und das Angebot an wirksamem Nahrungsprotein um 126 % über dem physiologischen Nahrungsbedarf liegen. Durch eine vollständige Umstellung auf eine biologische Landwirtschaft entsteht vorerst ein gesellschaftlicher Energiemangel von 7,5 %. Das Angebot an wirksamem Nahrungsprotein bleibt positiv. Die entscheidenden Gründe für das geringe energetische Defizit liegen in der individuellen Bedarfsanpassung auf einem Niveau der weltweit gültigen Bedarfsnormen und dem schlechten Wirkungsgrad in der Umsetzung von Futtergetreide zu tierischer Nahrung. In Summe aller Effekte stünden dem einzelnen Einwohner von Österreich etwa 33 % weniger an Nahrungsenergie zur Verfügung. Eine weitere Verschiebung in Richtung der medizinisch empfohlenen Nahrungszusammensetzung kann das zwar normgerechte, aber doch knappe Angebot deutlich verbessern. Dadurch wird eine vollständige, biologische Ernährung der österreichischen Bevölkerung im Jahr 2050 rechnerisch möglich.

Schlagerwörter: Biologische Landwirtschaft, Ernährungssicherheit, Zukunft

Summary

Currently, Austrian organic agriculture is riding the crest of a wave. Both, the demand for organic food and the supply by the farmers increase, slowly but constantly. This enjoyable development is advanced by the changing attitude towards life of the consumers as well as by the reliable economic situation of the producers. The regulations of organic agriculture decelerate the cycle of matter in production. This is to be seen in the lower yields on farm in every branch of production.

The present article puts in question, whether, in the year 2050, a continuously developing organic agriculture can entirely nourish the Austrian population, which has then been growing by 14 %. Influences additionally to be expected, like climatic or market based aspects, are considered in this prognosis. The process orientated agricultural prognosis show that the supply of digestible food energy currently lies by 12.5 % over and the supply of effective food protein by 126 % over the physiological food demand. If a total conversion to organic agriculture took place, out of this a social energy deficiency of 7.5 % would accrue at the moment. The supply of effective food protein stays positive. The crucial reasons for this low energetic deficiency are to be found in the individual adaptation of the needs onto a level of worldwide valid standards of needs and the bad efficiency factor in terms of conversion from feed grain to animal food.

Summarizing all effects, minus 33 % of food energy is available for the single Austrian inhabitant. A further displacement in the direction of medically recommended food composition can clearly improve the namely normal but still sparse supply. Arithmetically, this enables a complete organic nutrition of the Austrian population in 2050.

Keywords: organic farming, food security, future

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

² Technische Universität Graz, Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe Geoinformation, A-8010 Graz

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

Einleitung und Zielsetzung

Zwischen 2011 und 2015 steigen die Ausgaben für biologische Nahrungsmittel in Österreich von 93 € auf 120 € pro Käuferhaushalt an (AMA, 2016). Gegenwärtig hält der Markt an Bio-Lebensmitteln bei rund 8 % der gekauften Frischprodukte (ohne Backwaren), wobei Milchprodukte und Backwaren als Spitzenreiter gelten (BMFLUW, 2016).

Der Treiber dieser Entwicklung ist zum Teil im steigenden gesamtheitlichen Verständnis der Konsumenten zu suchen. Vor allem wollen Konsumenten aber ihre eigene Gesundheit maximieren. Die Absenz von nicht natürlichen Betriebsmitteln (Tiermedizin, Pflanzenschutzmittel, synthetische Dünger) gilt als Hauptargument. Die steigende Nachfrage wird in Österreich von immer mehr biologisch wirtschaftenden Betrieben bedient, die derzeit mehr als 20 % der landwirtschaftlichen Fläche bewirtschaften (Austria, 2016).

Die ökonomischen Vorteile des knappen Marktes, aber auch die innere Haltung zu den einzelnen Produktionsschritten am Bauernhof führen dazu, dass auch in Zukunft weitere Betriebe auf biologische Landwirtschaft umstellen werden. Die stetige Verlagerung von Angebot und Nachfrage in den Bereich der biologischen Produktion reduziert die Mengenströme an Nahrung, weshalb erste Stimmen bereits die Versorgungssicherheit gefährdet sehen. Der vorliegende Beitrag stellt sich die Frage, ob eine zu 100 % biologische Landwirtschaft die österreichische Wohnbevölkerung ernähren könnte. Als Zeitpunkt der Zielerreichung wird das Jahr 2050 festgelegt. Alle Modelle, Daten und Ergebnisse wurden aus dem Forschungsbericht SUPGIS entnommen (Guggenberger et al., 2016).

Material und Methoden

Als Verfahren zur Beantwortung des Nahrungsangebotes der österreichischen Landwirtschaft wird ein prozessorientiertes, landwirtschaftliches Prognoseverfahren gewählt. Dies bedeutet, dass nicht – wie in volkswirtschaftlichen Betrachtungen üblich – potenzielle Angebots- bzw. Nachfragemengen auf den Märkten verändert werden, sondern dass die möglichen Veränderungen im Bereich der Produktionsfaktoren festzulegen sind. Dabei sind auftretende Folgewirkungen zu berücksichtigen. Zum besseren Verständnis folgendes Beispiel: Die Reduktion von Handelsdünger im Ackerbauggebiet senkt den Ertrag von Marktfrüchten. Die Reduktionswirkung ist kulturarten- und standortspezifisch. In Summe aller Erzeugerbetriebe entleeren sich langsam die Märkte. Betrifft die Reduktion den Bereich von Veredelungsprodukten (z.B. Futtergetreide), dann ist die Veränderung in wirksamer Weise auf die Tierproduktion zu übertragen. Hier gilt ein Vorrang von betriebseigenen Auswirkungen von Effekten, die den nationalen Markt betreffen. In Folge sinkender Tierzahlen ist wiederum der lokale Ertrag an die neuen Wirtschaftsdüngermengen anzupassen. Der gesamte

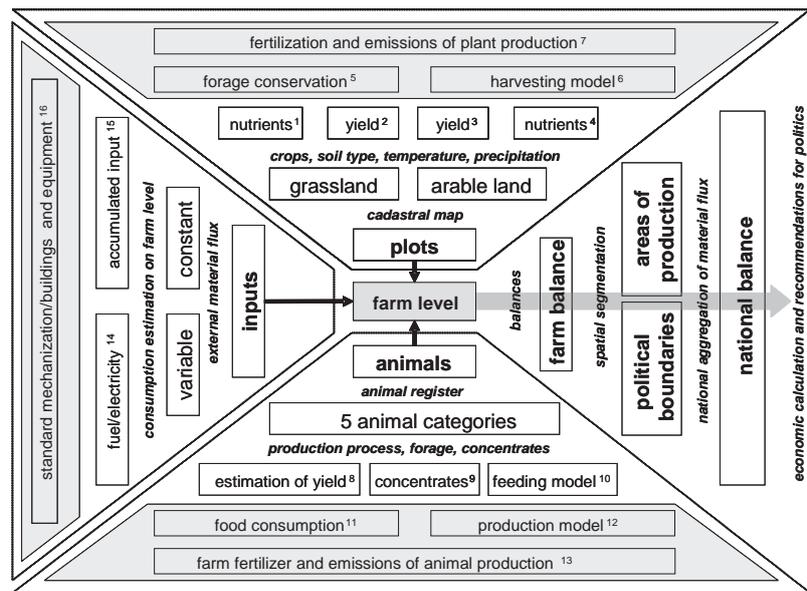


Abbildung 1: Modellentwurf der Agricultural-Gis-Sphere aus Guggenberger et al. 2009 (Ausgehend vom einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb bewertet das Modell alle Aktivitäten der Feldbewirtschaftung und in der Tierproduktion. Zusätzlich werden die Vorleistungen an Betriebsmitteln berücksichtigt. Die Ergebnisse der einzelnen Betriebe können räumlich oder sachlich zusammengefasst werden.)

Ablauf ist iterativ zu entwickeln. Die praktische Umsetzung des verwendeten prozessorientierten Prognoseverfahrens wird mit dem an der HBLFA entwickelten Werkzeug der Agricultural-Gis-Sphere durchgeführt (Guggenberger et al., 2009a, 2009b). Die elementaren Datenbestände wurden aus nationalen Verwaltungsdaten des Jahres 2010 entnommen.

Insgesamt wurden 132.021 landwirtschaftliche Betriebe nach dem Bottom-Up-Prinzip untersucht. Die Flächenbewirtschaftung wurde in einer Gesamtfläche von 2,77 Millionen ha über die AMA-Gis-Polygone auch räumlich abgebildet. Diese Maßnahme erzeugt eine Schnittstelle, über die nicht nur Änderungen in der Kulturlandschaft sondern auch elementare Veränderungen von Wachstumsfaktoren auf den Einzelbetrieb eingespielt werden können. Stofflich werden die verdauliche Nahrungsenergie (MEVE) und das wirksame Nahrungsprotein (XPW) berechnet. Das nationale Angebot an Nahrung wird um 6,4 % an importierter Nahrung erweitert.

Die Nachfrage nach Nahrung wird innerhalb einer Volkswirtschaft durch den physiologischen Nährstoffbedarf der Wohnbevölkerung bestimmt. Der Nährstoffbedarf (MEVE, XPW) steht in funktionaler Beziehung zum Geschlecht, Lebensalter und Leistungsbedarf des einzelnen Menschen (Butte, 1996, FAO/WHO/UNU, 2004, 1985, Torun et al., 1996). Die international anerkannten Einschätzungen orientieren sich am Normalgewicht der Menschen. Das nationale Übergewicht (Eurostat, 2013, Statistik Austria, 2014a) führt zu einer geschlechtsspezifischen Steigerung des Nährstoffbedarfes über den Normalbedarf hinaus. Unter Verwendung aller Bedarfsnormen und nach einer nationalen Anpassung ergeben sich die Bedarfskurven aus Abbildung 2. Diese Kurven können sowohl auf die aktuelle Demographie (Katzberger, 2016) als auch auf die zukünftige Entwicklung der Wohnbevölkerung (Statistik Austria, 2014b) angewandt werden.

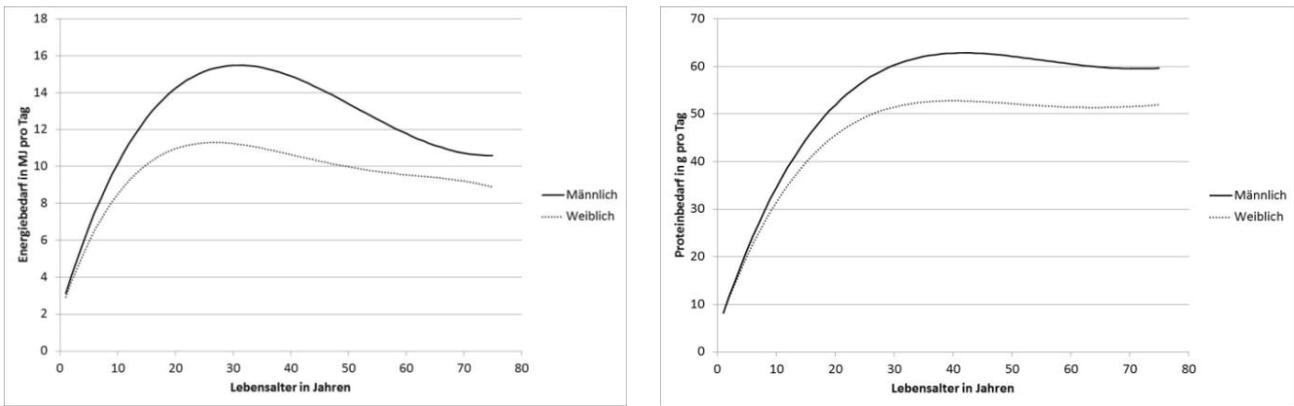


Abbildung 2: Energie- und Proteinbedarf für Männer und Frauen in Österreich (angepasst an das Wachstum junger Menschen steigt der Bedarf in den ersten 15 Lebensjahren deutlich an. Der Energiebedarf kulminiert im jungen Erwachsenenalter und nimmt dann wieder stetig ab. Der Proteinbedarf erreicht ein Plateau, welches bis zum Lebensende nur mehr sehr schwach abnimmt.)

Die Zukunft einer vollständigen Nahrungsversorgung der Wohnbevölkerung durch eine zu 100 % biologische Landwirtschaft hängt von der Einflussgröße der Landwirtschaft und von sich verändernden Umgebungsbedingungen bis zum Jahr 2050 ab. Bei einer guten Umsetzung aller Konzepte der biologischen Landwirtschaft kann der Ertragsrückgang im Ackerbau bei 20 – 25 % stabilisiert werden (De Ponti et al., 2012, Seufert et al., 2012); im Grünland ist vorerst von einer konstanten Ertragsersparnis auszugehen. Klimatische Veränderungen werden in der Modellberechnung mit einem zusätzlichen Ertragsrückgang von 7 % im Pannonikum und mit einer steigenden Ertragsersparnis in kühleren Grünlandgebieten bewertet. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass 68.000 ha an extensiven Grünlandgebieten und 95.000 ha an Ackerland im Siedlungsbereich nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden. Der bis zum Jahr 2050 an Bedeutung gewinnenden Frage der nachhaltigen Energieversorgung werden die Erträge von 186.000 ha Ackerland zugewiesen; Koppelprodukte (Schlempen) werden aber wieder landwirtschaftlich genutzt und ersetzen zum Teil das derzeit importierte Proteinfutter. Insgesamt sinkt das Angebot an Futtergetreide am freien Futtermittelmarkt um 22,3 %. Auf der Konsumentenseite wird davon ausgegangen, dass sich der gegenwärtige Trend zu einer gesünderen, vollwertigeren Ernährungsweise schon alleine unter dem Druck der Gesundheitskosten fortsetzt und die individuelle Nährstoffnachfrage (MEVE, XPW) um rund 14 % auf das Niveau der Vorgaben der FAO sinkt. Die Populationsgröße steigt bis 2050 auf 9,6 Millionen Einwohner an. Das landwirtschaftliche Angebot und die demographische Nachfrage nach Nährstoffen in der Nahrung im Jahr 2010 werden mit den beschriebenen Stellgrößen in das Jahr 2050 projiziert.

Ergebnisse

Die Summe der Effekte reduziert das aktuelle Angebot an Nahrungsenergie von 36,9 PJVE um rund 24 % auf 28,1

Tabelle 1: Futteraufnahme und Energiegehalt der Rationskomponenten

Nährstoff Szenario	Nahrungsenergie			Nahrungsprotein		
	Angebot	Nachfrage	Versorgung	Angebot	Nachfrage	Versorgung
	VE in PJ		%	XP _w in 1000 Tonnen		%
IST-Szenario 2010	36,9	32,8	112,5	314,5	138,9	226,4
Biologische Landwirtschaft	28,1	30,4	92,5	271,8	137,4	197,8

PJVE. Zugleich sinkt aber auch die Nahrungsnachfrage von 32,8 PJVE um rund 7 % auf 30,4 PJVE. Der aktuelle Versorgungsgrad an verdaulicher Nahrungsenergie rutscht von 112,5 % auf 92,5 %. Die Netto-Differenz von 20 % wächst durch den Bevölkerungszuwachs auf 33 % an. Dies entspricht vorerst einer Unterversorgung auf dem bereits niedrigen Bedarfsniveau der FAO. Die Versorgung mit wirksamem Nahrungsprotein entwickelt sich wie die verdauliche Nahrungsenergie, startet aber mit 314,5 tausend Tonnen XPW um 126,4 % über dem aktuellen Bedarf. Dies führt dazu, dass trotz eines Angebotsrückgangs von rund 14 % auch bei einer vollständigen biologischen Wirtschaftsweise keine Unterversorgung eintritt.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des Prognoseverfahrens haben die gegenwärtige landwirtschaftliche Prozessstruktur in ein deutlich beeinflusstes Zukunftsszenario umgewandelt. Zum einen werden hohe Flächenanteile an Ackerland entweder vollständig oder funktional aus der Landwirtschaft entnommen, zum anderen fehlt die ertragssteigernde Wirkung von diversen Betriebsmitteln (Handelsdünger, Pflanzenschutz, importierte Proteinfuttermittel). Dass die nationale Versorgung unter diesen Umständen vorerst nicht noch deutlicher absinkt, ist folgenden Aspekten geschuldet:

- Die Bevölkerung wird energetisch derzeit zu 38 % über Getreide, Ölsaaten, Hülsenfrüchte, Obst, Gemüse und Kartoffeln ernährt. Zusätzlich stammen 21 % der Nahrungsenergie aus Zucker und Alkohol. Die ursprünglich pflanzliche Nahrung hat keinen dominanten Flächenanspruch in der nationalen Landwirtschaft und ist weder von starken Veränderungen in den Flächen noch von energetischen Nutzungskonkurrenzen betroffen. Im Wesentlichen zeigen sich nur die direkten pflanzenbaulichen Wirkungen.
- Der Anbau und die Verwendung von Futtergetreide werden viel stärker von den Treibern der Szenarien beeinflusst. Durch den schlechten Verwertungsgrad von Futtergetreide und Proteinergänzungen über die Tierproduktion

bleiben die Auswirkungen auf die Endproduktion von Nahrung (Fleisch, Milch) gering.

- Die gesicherte bis positiv bewertete Entwicklung bei der Nutzung von Grünland garantiert eine Grundfuttersversorgung von Wiederkäuern. Deren Chance auf Ergänzungsfutter sinkt und begrenzt so die individuelle Leistung der Tiere.

Die erste Erkenntnis, dass eine zu 100 % biologisch wirtschaftende Landwirtschaft eine zunehmend gesünder ernährte Wohnbevölkerung von Österreich im Jahr 2050 nicht ernähren könnte, entspricht noch nicht dem abschließenden Ergebnis. Tabelle 1 zeigt, dass die Versorgung mit verdaulicher Nahrungsenergie um 7,5 % unter dem Bedarf liegt. Zugleich übersteigt der Bedarf an wirksamem Nahrungsprotein das Bedarfsziel aber um 97,8 %. Das bedeutet nichts anderes, als dass die Simulation die gegenwärtigen Ernährungsfehler im Verhältnis zwischen tierischen und pflanzlichen Produkten noch nicht ausgleicht. Wird in einer vollständig biologischen, nationalen Landwirtschaft die Veredelungswirtschaft in den Gunstlagen nur geringfügig durch den Anbau direkt nutzbarer, pflanzlicher Nahrungsmittel verdrängt, kann der Bedarf an verdaulicher Nahrungsenergie und an wirksamem Nahrungsprotein erfüllt werden.

Literatur

- AMA (2016): Ausgaben für Bioprodukte steigen weiter, Agrarmarkt Austria, Wien, 1 S.
- Austria, B. (2016): Entwicklung der Bio-Betriebe in Österreich 1990-2015. <http://www.bio-austria.at/bio-bauern/statistik/>, (2016-10-17).
- BMFLUW (2016): Bio-Lebensmittel - Nachfrage wächst weiter. https://www.bmlfuw.gv.at/land/bio-lw/zahlen-fakten/Bio_Markt.html, (2016-10-17).
- Butte, N.F. (1996): Energy requirements of infants. *Public Health Nutrition*: 8 (7A), 953-967.
- De Ponti, T.; Rijk, B. and Van Ittersum, M.K. (2012): The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108, 1-9.
- Eurostat (2013): Overweight and obesity - BMI statistics. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Overweight_and_obesity_-_BMI_statistics, (2016-01-15).
- FAO/WHO/UNU (2004): Human Energy Requirements. FAO/WHO/UNU Expert Consultation, 2001-10-17, Rome, 103 S.
- FAO/WHO/UNU (1985): Energy and protein requirements, World Health Organization, Geneva, 103 S.
- Guggenberger, T.; Bartelme, N. and Leithold, A. (2009a): Agricultural-GIS-Sphere – An innovative expert system for national renewable energy and food planning. University Wageningen, Joint international agricultural conference, University Wageningen, 743-750.
- Guggenberger, T.; Bartelme, N. und Leithold, A. (2009b): Erneuerbare Energie und Lebensmittel - weniger Konkurrenz durch räumliche Planung. Universität Rostock, 29. GIL. Jahrestagung Rostock, 53 -56.
- Guggenberger, T.; Bartelme, N.; Steinwider, A.; Finotti, E. und Zainer, I. (2016): GIS als Steuerungs- und Optimierungssystem für die nachhaltige Nahrungs- und Energieversorgung sozialer Gesellschaften, HBLFA Raumberg-Gumpenstein und TU Graz, Irdning-Donnersbachtal, 277 S.
- Katzlberger, G. (2016): Regionalstatistische Auflösung der Einwohner von Österreich 2011, Statistik Austria, Wien.
- Seufert, V.; Ramankutty, N. and Foley, J.A. (2012): Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485 (7397), 229-232.
- Statistik Austria (2014a): Österreichische Gesundheitsbefragung 2014 - Body Mass Index (BMI) & Online-Datenquelle, Wien, 3 S.
- Statistik Austria (2014b): Vorausberechnete Bevölkerungsstruktur für Österreich 2014-2075 laut Hauptszenario. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html, (2015-11-11).
- Torun, B.; Davies, P.; Livingstone, M.; Paolisso, M.; Sackett, R.; Spurr, G. and deGuzman, M. (1996): Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1 to 18 years old. *European Journal of Clinical Nutrition* 50 (Suppl. 1), 37-81.

Einfluss von Koppel- und Kurzrasenweide auf die Wurzelmassen im Vegetationsverlauf

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

Zusammenfassung

Im Rahmen von zwei Versuchen wurden die Wurzelbiomassen im System Kurzrasen- und Koppelweide miteinander verglichen. Dabei wurden die Bodenhorizonte 0-5 und 5-10 cm beprobt, da sich in diesem Bereich die hauptsächliche Wurzelbiomasse im Dauergrünland befindet. Ob durch eine intensive Beweidung sich die Wurzelbiomasse verändert sollte durch diese Untersuchungen ermittelt werden.

Beide Versuche befanden sich auf Standorten mit einem Englisch Raygras-Wiesenrispengras-Weißklee Pflanzenbestand. Im Jahr 2010 befand sich ein Vergleichsversuch von Kurzrasen und Koppelweide auf einem Standort in Niederösterreich der einen jährlichen Durchschnittsniederschlag von 745 mm aufwies. In diesem Versuch erreichte die Kurzrasenweide durchschnittlich mit 7.707 kg TM/ha die signifikant höchsten Wurzelbiomassen gegenüber der Koppelweide mit 6.525 kg TM/ha in den obersten 5 cm Boden. In einem zweiten Versuch des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (1.014 mm mittlerer Jahresniederschlag) wurde im Rahmen eines Grünlandnutzungsversuches unter anderem eine Vierschnittwiese mit einer Kurzrasenweide von 2007-2012 miteinander verglichen. Hinsichtlich Wurzelbiomasse unterschieden sich beide Systeme nicht. Unter der Schnittwiese konnten in den oberen 5 cm Boden 4.802 kg TM/ha und unter Kurzrasenweide 4.656 kg TM/ha gemessen werden.

Schlagwörter: Ertrag, Biomasse, Dauergrünland

Summary

Within the scope of two trials, the root biomass in the system continuous and rotational grazing were compared. The soil horizons 0-5 and 5-10 cm were sampled, since the main root biomass in permanent grassland is located in this area. If the root biomass is influenced by intensive grazing, should be determined by this trials.

Both trials were carried out on sites with a perennial rye-grass smooth meadow-grass white clover plant composition. In 2010, a comparative trial of continuous and rotational grazing was carried out at a site in Lower Austria (745 mm average annual precipitation). Continuous grazing reached the highest root biomass of 7,707 kg TM ha⁻¹ compared to rotational grazing with 6,525 kg TM ha⁻¹ in the upper 5 cm soil. In a second trial (2007-2012) at the Organic Institute of AREC Raumberg-Gumpenstein (1.014 mm average annual precipitation), a four time cutting meadow amongst other variants was compared with continuous grazing. Both systems did not differ regarding their root biomass. In four time cutting management 4.652 kg TM ha⁻¹ could be measured as average root biomass in the upper 5 cm soil and 4.656 kg TM ha⁻¹ in case of continuous grazing.

Keywords: yield, biomass, permanent grassland

Einleitung und Fragestellung

Die Wurzeln der Gräser sind Adventivwurzeln und werden aus dem untersten Teil eines abgestorbenen Blattes gebildet. Ein Grastrieb besitzt durchschnittlich 6 bewurzelte Glieder von bereits abgestorbenen Blättern. Kommt eine neue Wurzel hinzu stirbt meist das älteste Glied mit den Wurzeln ab (Steinwider und Starz, 2015). Über diesen Weg wird permanent organisches Materialien im Grünlandboden bereitgestellt, das von den Bodenlebewesen ab- und umgebaut wird. Dies ist auch ein Grund für die hohen Humusgehalte von 6-12 % in mitteleuropäischen, mineralischen Grünlandböden (Bohner, 2005). Wird die Grasnarbe durch die Nutzung dichter bedeutet dies, dass oberirdisch mehr Grastriebe gebildet werden, was automatisch auch zu einer hohen Wurzelmasse in den obersten Bodenschichten führt.

Auf der anderen Seite reagieren die Gräser auf den Verlust von Blattmasse, durch Schnitt oder Weideverbiss, mit dem Einstellen des Wurzelwachstums. In weiterer Folge wird die Wurzelmasse an die noch vorhandene grüne Blattmasse angepasst und alle nicht mehr benötigten Wurzelteile abgestoßen. Im Anschluss beginnt die Pflanze rasch mit der Blattneubildung. Langfristig führt eine Intensivierung der Grünlandnutzung zu einer geringeren Wurzelmasse bzw. Wurzeltiefgang, da die Pflanze nur jene Wurzelmasse bildet, die sie auch tatsächlich benötigt. Bereits Klapp (1971) beschrieb diesen Zusammenhang und verglich dazu Wiesen und Weidenutzung (siehe Abbildung 1).

Ob solch eine rückläufige Entwicklung der Wurzelmassen bei modernen, intensiven Weidesystemen ebenfalls auftritt sollte in Versuchen am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-

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

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

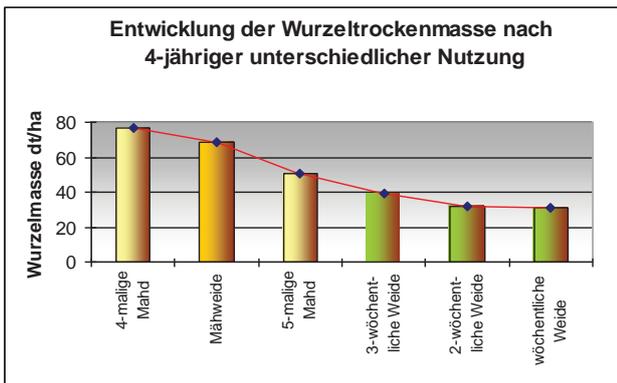


Abbildung 1: Wurzelmassen bei unterschiedlich intensiven Grünlandnutzungen (Klapp, 1971)

Gumpenstein überprüft werden. Dabei wurden als Versuchsstandorte Flächen ausgewählt, die einen optimalen Weidebestand, bestehend aus narbenbildenden Untergräsern und Weißklee, aufwiesen.

Material und Methoden

Standorte

Auf einer langjährigen Kurzrasenweidefläche eines Bio-Betriebes in Niederösterreich (Breite 48° 12' 30" N, Länge: 14° 58' 48" E) wurde 2010 der Vergleichsversuch von Koppel- und Kurzrasenweide durchgeführt. Der Standort lag auf 360 m Seehöhe mit 9,1 °C Jahresdurchschnittstemperatur und einer mittleren Jahresniederschlagssumme von 745 mm.

Im Rahmen eines sechsjährigen (2007-2012) Versuches am Bio-Institut (Standort Trautenfels) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde der Vergleichsversuch für unterschiedliche Grünlandnutzungen durchgeführt. Die nach Süden exponierte Fläche (Breite 47° 30' 60" N und Länge 14° 04' 20" E) lag auf einer Seehöhe von ca. 680 m. Am Standort wurde im langjährigen Mittel eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C und eine Jahresniederschlagssumme von 1.014 mm erreicht.

Versuchsdesign

In dem 2010 durchgeführten Versuch, wurde an einem trockenheitsgefährdeten Dauergrünland-Standort ein Vergleich von Koppel- und Kurzrasenweide auf einer langjährig intensiv beweideten Fläche durchgeführt (Starz et al., 2013). Dazu wurde innerhalb der acht Parzellen (2 Weidevarianten in vierfacher Wiederholung) jeweils ein Streifen für das Ziehen der Wurzelproben vorgesehen. Dieser befand sich außerhalb des für die oberirische Ertragerhebung vorgesehene Parzellenbereiches. Die Entnahme der Wurzelproben erfolgte einmal im Monat von April bis September.

Tabelle 1: Durchschnittliche Wurzelbiomassen unter den beiden simulierten Weidesystemen im Versuchsjahr 2010

Parameter	Einheit	Variante		SEM	p	s _e
		Kurzrasen	Koppel			
Wurzelbiomasse 0 - 5 cm	kg/ha	7.707	6.525	407	0,0483	1.996
Wurzelbiomasse 5 - 10 cm	kg/ha	337	429	32	0,0173	127

Während das sechsjährigen Versuches am Bio-Institut wurden vier Grünlandnutzungssysteme miteinander verglichen. Eine Nutzungsform war eine jährliche Abwechslung von Vierschnittnutzung und Kurzrasenweide (Variante 1), eine weitere eine Vierschnittnutzung (Variante 2), sowie eine Mähweidenutzung (1. Schnitt und danach Kurzrasenweide, Variante 3) und die 4. Variante stellte die Kurzrasenweide dar. Die Varianten waren vierfach wiederholt und die Entnahme der Wurzelproben (2008-2012) erfolgte im Frühling zu Vegetationsbeginn, nach dem 1., 2. und 3. Schnitt, jeweils außerhalb der Ernteflächen für die oberirischen Erträge. Dabei gab der Schnittzeitpunkt in der Vierschnittnutzungsvariante das Datum der Probennahme im jeweiligen Versuchsjahr für alle anderen Varianten vor.

Beide Versuchsstandorte wiesen die selbe Pflanzengesellschaft auf und können botanisch in die Englisch Raygras-Wiesenrispengras-Weißklee-Weide eingestuft werden.

Wurzelproben

Die Entnahme der Wurzelproben wurde in beiden Versuchen mit derselben Methode durchgeführt. Dazu wurden mittels eines Erdbohrers 5 Bohrkern je Parzelle mit einem Durchmesser von 6,2 cm und einer Länge von 10 cm entnommen. Diese Bohrkern wurden in der Mitte mit einem Messer geteilt und so in die zwei Horizonte 0-5 und 5-10 cm unterteilt. Pro Parzelle und Horizont wurden die Bohrkern zusammengemischt. Dieses Material wurde in einer Wurzelwaschanlage weiterbearbeitet. Vom Prinzip her funktionierte die Separierung der Wurzeln vom Erdreich in der Wurzelwaschanlage nach dem Prinzip Wasserauftrieb mit Luftdurchwirbelung (Smucker et al., 1982). Das so aufgeschlammte Material wurde in einem Auffangsieb mit einer Maschenweite von 750 µm aufgefangen. Nach einer händischen Nachsortierung wurden die Wurzeln im Trockenschrank über 48 Stunden bei 105 °C getrocknet und daraus der Trockenmasse-Wurzeltrug je ha hochgerechnet.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Variante, Jahr, Termin und deren Wechselwirkung; die Lage der Parzellen in den Spalten und Wiederholungen sowie die Wechselwirkung wurde als zufällig (random) angenommen) auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (se) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnis und Diskussion

Wurzelbiomasse

Im Versuchsjahr 2010 konnten sowohl unter der simulierten Kurzrasenweide, als auch unter dem Koppelweidesystem deutlich höhere durchschnittliche Wurzelbiomassen in den oberen 10 cm ermittelt wer-

Tabelle 2: Durchschnittliche Wurzelbiomassen unter den vier Grünlandnutzungsformen im Versuchszeitraum 2008-2012

Parameter	Einheit	Variante				p Variante	s ^e				
		4-Schnittnutzung/ Kurzrasenweide		4-Schnitt- nutzung				Mähweide	Kurzrasenweide		
		SEM	SEM	SEM	SEM			SEM	SEM		
Wurzeln	0-5 cm	4.174	184	4.802	184	4.421	187	4.656	184	0,0734	1.603
Wurzeln	5-10 cm	571 ^b	32	731 ^a	32	582 ^b	33	548 ^b	32	0,0001	275
Wurzeln	0-10 cm	4.733 ^b	201	5.524 ^a	201	5.012 ^{ab}	208	5.215 ^{ab}	201	0,0296	1.697

den, als bei Klapp (1971) beschrieben.

Innerhalb der beiden Weideformen konnte die simulierte Kurzrasenweide in den oberen 5 cm Boden mit 7.707 kg TM/ha signifikant höhere Wurzelbiomassen erzielen (siehe Tabelle 1). In der darunter befindlichen beprobten Bodenschicht (5-10) drehte sich die Signifikanz zugunsten des Koppelsystems um. Die bei der simulierten Koppel geringen Schnitte pro Jahr im Vergleich zur Kurzrasenweide, dürften sich positiv auf die Bildung eines tiefergehenden Wurzelsystems auswirken. Dies könnte auch ein Grund dafür sein, warum in diesem Versuch das simulierte System der Koppel auch signifikant höhere oberirdische Biomasseerträge erbrachte (Starz et al., 2013). In einer Schweizer Studie (Thomet et al., 2000), im klimatisch begünstigteren Westalpenraum, wurden ebenfalls beide Weidesysteme miteinander verglichen und dabei Wurzelmassen von 5.400-6.000 kg TM/ha gemessen. Jedoch konnten hier keine Unterschiede zwischen Koppel- und Kurzrasenweidesystem festgestellt werden.

Im sechsjährigen Grünlandnutzungsversuch am Bio-Institut konnte in den oberen 5 cm Boden bei den Wurzelbiomassen kein signifikanter Unterschied zwischen den vier Varianten gemessen werden (siehe Tabelle 2). Erst in der tieferen Bodenschicht (5-10 cm) konnten signifikante Unterschiede beobachtet werden, wobei die 4-Schnittvariante dabei mit 731 kg TM/ha den höchsten Wert erreichte. Dieser unterschied sich signifikant von den übrigen Nutzungsformen.

Bei der Betrachtung der einzelnen Jahre (siehe Abbildung 2) kann kein eindeutiger Trend bei der Wurzelbiomasse über alle Varianten hinweg beobachtet werden. Jedes Jahr zeigt individuelle Schwankungen. Diese Schwankungen bewegten sich im Rahmen der im Grünland üblichen Wurzelbiomassen (Klapp, 1971).

Verläufe der Wurzelmasse

Im Vergleichsversuch von Koppel- und Kurzrasenweide

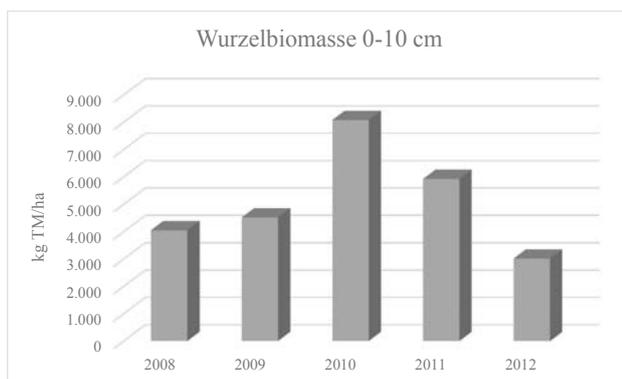


Abbildung 2: Wurzelbiomasse in den jeweiligen Versuchsjahren über alle Varianten hinweg

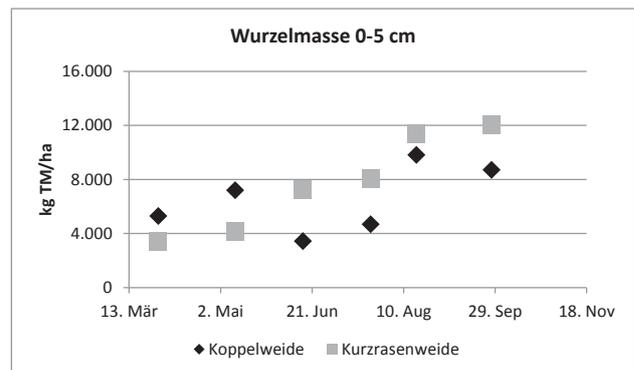


Abbildung 3: Entwicklung der Wurzelbiomasse im Horizont 0-5 cm bei simulierter Koppel- und Kurzrasenweide im Versuchsjahr 2010.

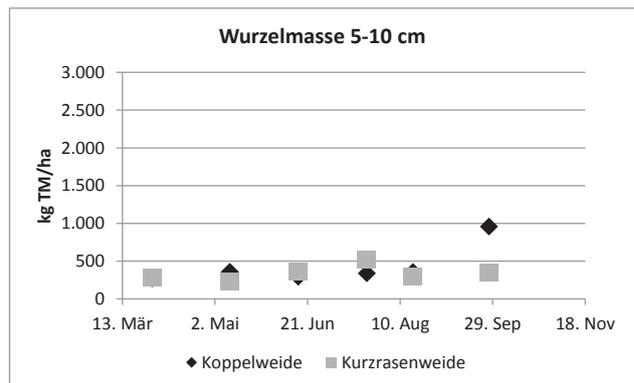


Abbildung 4: Entwicklung der Wurzelbiomasse im Horizont 5-10 cm bei simulierter Koppel- und Kurzrasenweide im Versuchsjahr 2010.

wurde in beiden Bodenhorizonten eine Zunahme der Wurzelbiomasse vom Frühling bis zum Herbst hin beobachtet (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Dabei kletterte die Wurzelbiomasse bei der simulierten Kurzrasenweide im Spätsommer und Frühherbst auf bis zu 12.000 kg TM/ha an und nahm Werte ein, wie sie eher für wenig intensiv genutzte Schnittwiesen üblich sind (Klapp, 1971). Ein ähnliches Bild, jedoch in einer deutlich geringeren absoluten Menge, zeigte die Entwicklung der Wurzelmassen im tieferen Bodenhorizont von 5-10 cm.

Die Ergebnisse zu den Wurzelbiomassen-Verläufen während der Vegetationszeit verhielt sich bei der Untersuchung der vier Grünlandnutzungsformen deutlich anders als in dem gerade beschriebenen Versuch. Bis auf die permanente 4-Schnittnutzungsvariante nahmen die Wurzelbiomassen im Horizont 0-5 cm von Frühling bis zum 3. Schnitt kontinuierlich ab (siehe Abbildung 5). Ein anderes Bild zeigte die Wurzelbindung im tieferen Bodenhorizont 5-10 cm, wo es nach einer Abnahme der Wurzelbiomasse über den

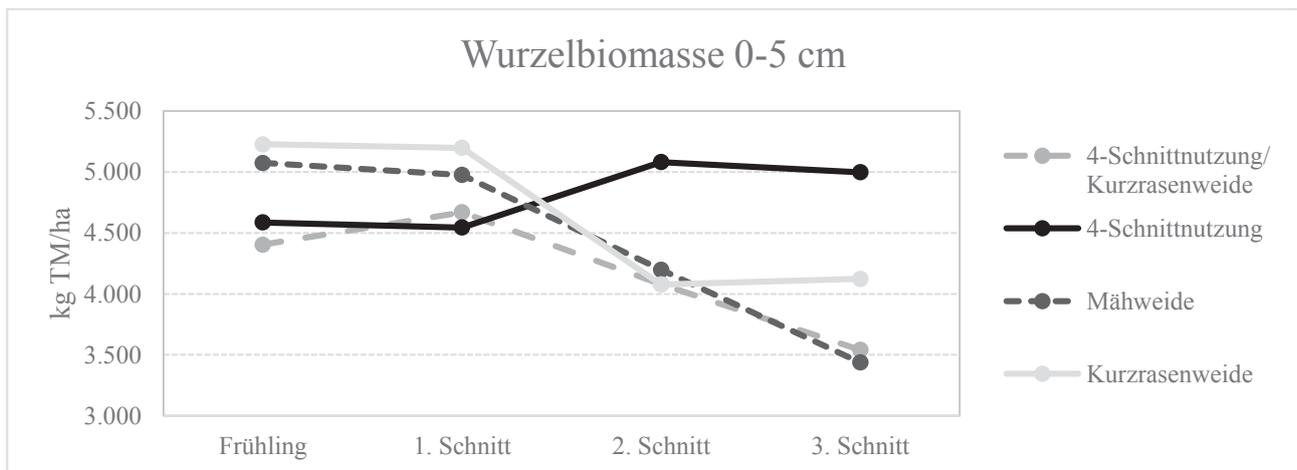


Abbildung 5: Mittlerer Wurzelbiomasse-Verlauf der vier Varianten während der Vegetationsperiode im Horizont 0-5 cm Bodentiefe

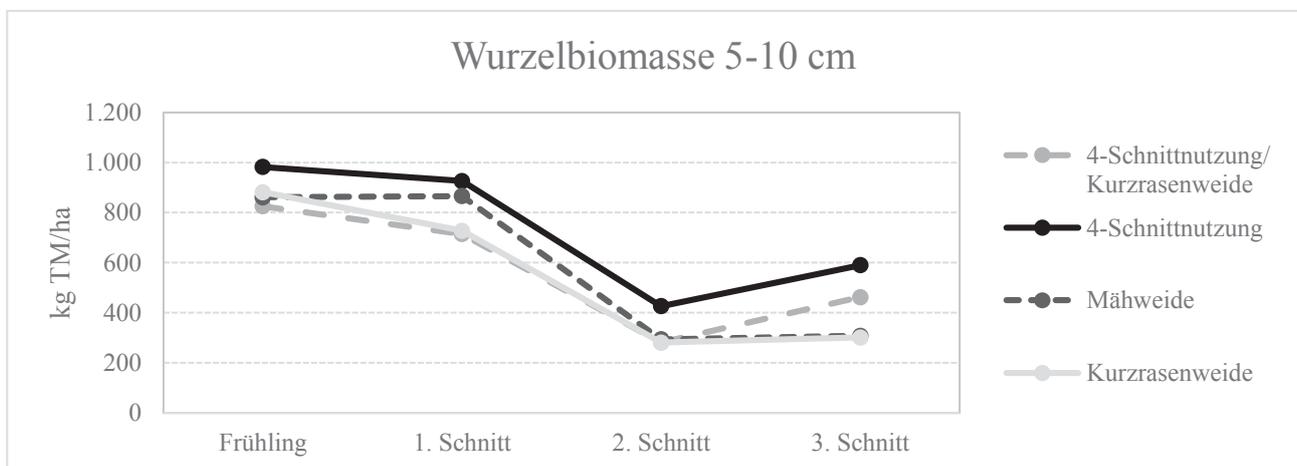


Abbildung 6: Mittlerer Wurzelbiomasse-Verlauf der vier Varianten während der Vegetationsperiode im Horizont 5-10 cm Bodentiefe

Sommer, im Herbst wieder eine leichte Zunahme gab (siehe Abbildung 6). Numerisch erreichte die 4-Schnittvariante in der unteren Bodenschicht die höchste Wurzelbiomasse, wengleich die Menge nur einen Bruchteil der Mengen in der Schicht 0-5 cm ausmachte.

Schlussfolgerungen

Anhand dieser Versuche konnte nicht festgestellt werden, dass eine intensive Weidenutzung automatisch eine geringe Wurzelmasse zur Folge hat. Im Vergleich zu den weniger oft geschnittenen Varianten konnten in Summe keine Unterschiede festgestellt werden. Einzig in der Bodenschicht 5-10 cm zeigten die weniger oft genutzten Systeme und die Koppelweide höhere Wurzelbiomassen. Dieser Wurzeltiefgang dürfte auch ein Indiz dafür sein, warum gerade das System der Koppelweide sich auf trockenen Standorten bzw. in trockeneren Phasen besser behaupten kann als die Kurzrasenweide. Diese Ergebnisse lassen aber nicht den Schluss zu, dass ein System besser oder das andere schlechter wäre. Je nach Standort kann sowohl die Kurzrasenweide als auch die Koppelweide ihre Vorteile ausspielen.

Literatur

- Bohner, A. (2005): Organic matter in alpine grassland soils and its importance to site quality. Soil organic matter and element interactions - Austrian-Polish Workshop, Wien, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen, ALVA-Mitteilungen Heft 3/2005, 20.-21.04.2005, 91-98.
- Klapp, E. (1971): Wiesen und Weiden: eine Grünlandlehre, P. Parey.
- Smucker, A.J.M.; McBurney, S.L. und Srivastava, A.K. (1982): Quantitative Separation of Roots from Compacted Soil Profiles by the Hydropneumatic Elutriation System. Agron. J. 74 (3), 500-503.
- Starz, W.; Kreuzer, J.; Steinwider, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Steinwider, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.

Auswirkung auf Ertrag und Pflanzenbestand bei einer Frühjahrsbeweidung von Schnittwiesen

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

Zusammenfassung

Die Frühjahrsbeweidung von Schnittwiesen wird von Betrieben als positiv beurteilt und eine nachhaltige Verbesserung des Pflanzenbestandes vermutet. Diese Methode wurde im Rahmen einer vierjährigen Untersuchung am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein überprüft. Dazu wurde eine zweifaktorelle Streifenanlage angelegt, wobei als ein Faktor die Frühjahrsweide, eine Bearbeitung der Fläche mit einem Stark-Striegel und eine unbehandelte Kontrolle zur Anwendung kamen. Als zweiter Faktor erfolgte in jeder der drei Behandlungen eine Übersaat mit 2 Weidemischungen, Wiesenrispengras und als vierte Variante eine nicht übergesäte Kontrolle.

Im Pflanzenbestand konnte sowohl zwischen den mechanischen Behandlungen und den Übersaatmischungen keine Unterschiede festgestellt werden. Über den Versuchszeitraum konnte eine generelle Veränderung festgestellt werden. In allen Varianten nahm der Weißkleeanteil (von 16 auf 3 Flächen-%) ab und der Flächenanteil von Englischem Raygras (von 20 auf 32 Flächen-%) sowie von Gemeiner Rispe (von 11 auf 22 Flächen-%) zu. Während der Versuchsjahre mit den mechanischen Behandlungen im Frühling (2011, 2012 und 2013), erreichten die Varianten Frühjahrsweide (9.942 kg TM/ha) und Stark-Striegel (10.727 kg TM/ha) signifikant geringere Jahreserträge als die unbehandelte Kontrollvariante (11.060 kg TM/ha). Im letzten Versuchsjahr 2014 konnten hingegen keine Ertragsunterschiede mehr gemessen werden (im Mittel 10.800 kg TM/ha).

Effekte durch eine Frühjahrsbeweidung hängen wesentlich vom Ausgangsbestand, dem Standort, der Witterung und der Übersaat ab. Weshalb diese Maßnahme nicht auf jedem Betrieb schnell zum gewünschten Erfolg führt.

Schlagwörter: Rinder, Weide, Dauergrünland, Biologische Landwirtschaft

Summary

Spring grazing on cutting meadows as sustainable improvement of grassland botany is estimated positive by farmers. This method was tested during a four-year study at the Organic Institute of AREC Raumberg-Gumpenstein. The trial was carried out as a two-factorial strip trial. One factor was the mechanical treatment with spring grazing, treating with a strong harrow and an untreated control variant. As a second factor reseeding in each of the three treatments was carried out with 2 mixtures, smooth meadow grass and a fourth variant as control without reseeding.

No differences in botanical composition could be found neither in mechanical treatments nor in the reseeding variants. A general change could be observed over the trial period. In all variants, the proportion of white clover decreased (from 16 to 3 area-%) and the percentage of perennial ryegrass (from 20 to 32 area-%) and of rough meadow-grass (from 11 to 22 area-%) increased. Spring grazing (9,942 kg TM ha⁻¹) and strong harrow treatment (10,727 kg TM ha⁻¹) had significantly lower yields than the untreated control variant (11,060 kg TM ha⁻¹), in the period of the mechanical treatments (spring 2011, 2012 and 2013). In contrast, no differences in harvested yield could be measured (mean 10.800 kg TM ha⁻¹) in the last trial year 2014.

The success of the method depends on existing botanical composition, site conditions, weather and reseeding. Early spring grazing on meadows as a procedure to improve the sward cannot be advised generally.

Keywords: cattle, grazing, permanent grassland, organic farming

Einleitung und Fragestellung

Kräuter können sich im Grünland immer erst dann ausbreiten, wenn die Grasnarbe schwach wird und sich Lücken bilden. Die wesentliche Artengruppe im Grünland sind die Gräser, da sie in erster Linie für den Ertrag und die Futterqualität hauptverantwortlich sind und stabile Bestände bilden. Wenn offener Boden vorhanden ist, können bereist im Boden vorhandene oder von außen eingebrachte Samen keimen und den freien Platz einnehmen. Pflanzen bekommen

erst dann einen Zeigerwert, wenn diese gehäuft vorkommen (Bohner und Starz, 2011). Anhand dieser Entwicklung lässt sich aber auch klar erkennen, dass allen Zeigerpflanzen etwas zugrunde liegt. Sie sind immer auch ein Indikator dafür, dass die Grasnarbe lückig ist bzw. wurde.

Bei einer Beweidung im zeitigen Frühjahr, wenn die Gräser zu spitzen beginnen, werden die Gräser zur Triebbildung angeregt (Steinwider und Starz, 2015). Andererseits gibt es Pflanzen, die das Betreten nicht vertragen. Dazu zählen

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

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

die doldenblütigen Gewächse wie der Wiesenkerbel oder der Wiesenbärenklau (Bohner und Starz, 2011, Dietl und Lehmann, 2004). Darüber hinaus werden in dieser Phase auch Weidepflanzen abgegrast, die im weiteren Vegetationsverlauf gemieden werden.

Aus diesen Gründen wird die zeitige Frühjahrsweide als eine mögliche sanierende Maßnahme für ungünstige Wiesenbestände diskutiert. Gleichzeitig kann der Pflegeweidegang mit einer Übersaat kombiniert werden (Huguenin-Elie et al., 2006)

Im Rahmen des Versuches werden folgende Hypothesen geprüft:

- Durch eine zeitige Überweidung von Schnittwiesen im Frühjahr kann der Pflanzenbestand von Wiesen positiv gelenkt werden und unerwünschte Arten zurückgedrängt werden
- Die gezielte Übersaat mit narbenbildenden Gräsern, führt zu einer Erhöhung dieser wertvollen Futterpflanzen im Bestand.
- Die Frühjahrsweide wirkt auf die Entwicklung des Bestandes effizienter, als das reine Striegeln in Hinblick auf die Bestandesentwicklung und den Ertrag.

Material und Methoden

Standort

Im Rahmen eines vierjährigen (2011-2012) Versuches am Bio-Institut (Standort Trautenfels) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde der Effekt einer Frühjahrsbeweidung auf den Pflanzenbestand untersucht. Als Versuchsfläche wurde eine Schnittwiese des Betriebes gewählt, die bisher als dreischnittige Wiese mit Herbstbeweidung genutzt wurde. Die nach Osten exponierte Fläche (Breite 47° 30' 54" N und Länge 14° 04' 06" E) lag auf einer Seehöhe von ca. 700 m. Am Standort konnten im langjährigen Mittel eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C und eine Jahresniederschlagssumme von 1.014 mm gemessen werden.

Versuchsanlage

Als Versuchsdesign wurde eine zweifaktorielle Streifenanlage in vierfacher Wiederholung gewählt. Als mechanische Behandlungen wurden eine Frühjahrsbeweidung (Variante Weide), eine Bearbeitung mittels Stark-Striegel (Grünlandstriegel der Firma APV mit 3 m Arbeitsbreite, Variante Striegel) und als Kontrollvariante keine Bearbeitung (Variante Schnitt) vorgenommen. Den zweiten Versuchsfaktor bildeten drei unterschiedliche Saatgutmischungen, eine Reinsaat mit Wiesenrispengras und eine nicht übergesäte Kontrollvariante.

Die Frühjahrsbeweidung erfolgte durch Kalbinnen mit einem Alter von knapp über 2 Jahren. Um die Versuchsanlage wurde eine Dauergrünlandfläche von 1 ha den Tieren zur Verfügung gestellt, wodurch sich eine Besatzstärke von 6 GVE/ha ergab. Mit diesem hohen Tierbesatz, wurde die Fläche und die dafür vorgesehenen Versuchsstreifen über 9 Tage als intensive Kurzrasenweide genutzt. Die übrigen Streifen der Versuchsanlage wurden während dieser Zeit mittels Elektrozaun vor den Kalbinnen geschützt. Zwei Tage vor dem Abtrieb der Tiere wurden die dafür vorgesehenen

Versuchsstreifen mit dem Stark-Striegel einmal intensiv durchkämmt. Im Anschluss daran erfolgte die Übersaat in den Parzellen. Somit sollten in den Frühjahrsweide-Parzellen die Tiere mittels ihrer Klauen noch das Saatgut etwas anpressen. In den gestriegelten Versuchsstreifen wurde mittels der Stark-Striegel befindlichen Cambridge-Walze das Saatgut angepresst. Dieses Anpressen erfolgte auch in den Streifen, in denen keine Bearbeitung durch die Klauen oder den Striegel vorgesehen war.

Als Saatgut wurden zwei am Markt verfügbare Nachsaatmischungen für intensive Weiden sowie reines Wiesenrispengras-Saatgut verwendet. Bei den Mischungen handelte es sich um Drei-Komponenten-Mischungen mit den Arten Weißklee (Mischung 1 10 und Mischung 2 6 Flächen-%), Englisches Raygras (Mischung 1 40 und Mischung 2 16 Flächen-%) und Wiesenrispengras (Mischung 1 50 und Mischung 2 78 Flächen-%). Die Aussaatstärke betrug 10 kg/ha und wurde, wie die Frühjahrsbeweidung und die Striegel-Bearbeitung in den ersten drei Versuchsjahren (2011, 2012 und 2013) im Frühling durchgeführt.

Die Düngung der Parzellen erfolgt mit 130 kg Stickstoff pro ha aus Rindergülle, aufgeteilt auf 5 Termine pro Jahr.

Pflanzenbestand

Die Pflanzenbestände wurden zum ersten Schnitt im ersten und nach dem letzten Versuchsjahr (2011 und 2015) mit Hilfe der Flächenprozentsschätzung auf Artebene erhoben. Es wurde dafür die wahre Deckung (Schechtner, 1958) verwendet, bei der die von der Pflanzenbasis eingenommene Fläche geschätzt wird.

Ertrag

Die Beerntung der Parzellen erfolgte in allen Varianten am selben Tag und wurde mittels Einachsmäher bei einer Schnitthöhe von 7 cm durchgeführt. Die Versuchsfläche wurde als vierschnittige Wiese geführt. Vom Erntegut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt bestimmt. Dazu wurde die Frischmasse bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Zur Bestimmung des Futterwertes kam der restliche Teil der Probe bei 50 °C zur schonenden Trocknung. Danach wurde das Dürrfutter gemahlen und zur weiteren Bearbeitung an das chemische Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein weitergeleitet. Hier wurden eine Weender Analyse durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformel (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Nutzungsvariante, Saatgutmischung, Jahr und deren Wechselwirkungen; als zufällig (random) wurden Nutzungsvariante*Wiederholung und Saatgutmischung*Wiederholung angenommen) auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (s_e) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 1: Pflanzenbestand der drei Nutzungsvarianten in Flächenprozent

Parameter	Nutzungsvariante			SEM	p-Wert	s _e
	Schnitt	Striegel	Weide			
Lücke	2,2	2,5	2,7	0,2	0,3476	0,9
Gräser	75,9	76,0	74,9	0,9	0,6079	2,3
Englisches Raygras	25,0	25,6	26,4	0,9	0,4276	3,6
Gemeine Rispe	17,0	15,5	16,3	1,1	0,6114	4,2
Goldhafer	18,2 ^a	19,3 ^a	16,1 ^b	0,5	0,0158	2,9
Knaulgras	3,3 ^{ab}	3,6 ^a	3,0 ^b	0,1	0,0152	1,0
Wiesen-Fuchsschwanz	4,9	5,0	4,6	0,3	0,5747	1,5
Wieserispengras	6,0 ^b	5,8 ^b	7,5 ^a	0,4	0,0353	1,6
Sonstige Gräser	1,2	1,3	1,4	0,1	0,6340	0,8
Leguminosen	9,6	8,6	9,8	0,4	0,1380	1,7
Kräuter	12,3	12,9	12,7	0,5	0,7182	1,7
Stumpflättriger-Ampfer	2,5	3,1	2,7	0,3	0,0834	1,1
Sonstige Kräuter	9,7	9,8	10,0	0,4	0,8816	1,4

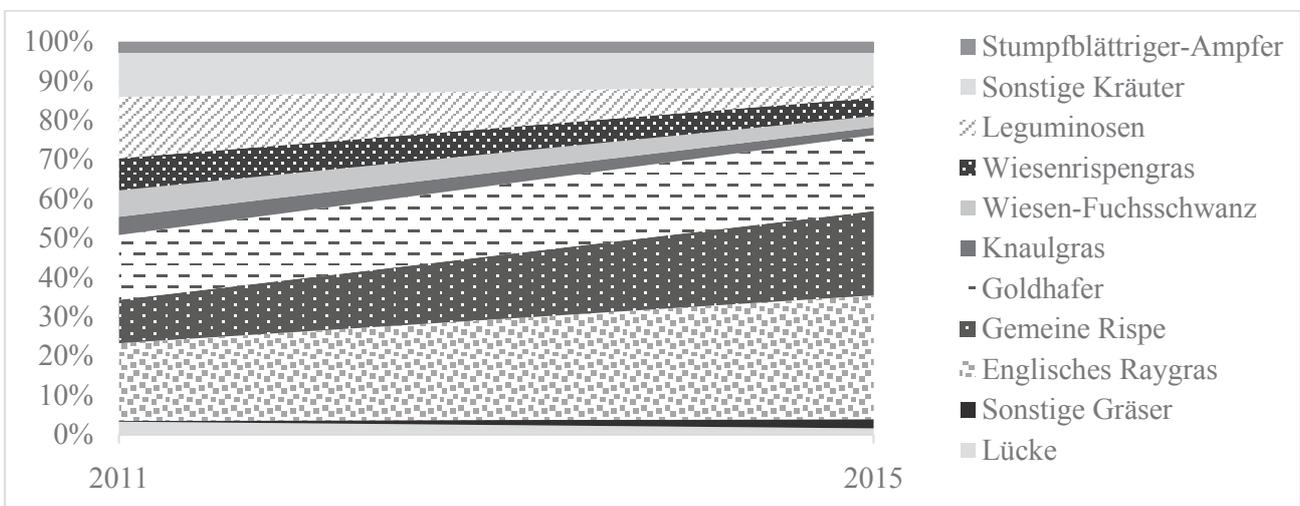


Abbildung 1: Entwicklung der Pflanzenbestände vom Beginn bis zum Ende des Versuches im Mittel aller Varianten

Ergebnis und Diskussion

Entwicklung Bestände

Die Bestandeszusammensetzung unterschied sich zwischen den im Frühling vorgenommenen Behandlungen nur geringfügig (siehe Tabelle 1). Bei den verwendeten Übersaatmischungen und der Einzelkomponente Wieserispengras konnte keine einzige Veränderung festgestellt werden. Bei dem Faktor der mechanischen Behandlung im Frühling wirkte die Frühjahrsweide leicht reduzierend auf die Arten Goldhafer und Knaulgras, was bei längerer Beweidungsdauer noch ausgeprägter ist (Starz et al., 2010). In einem sehr geringen Umfang konnte das Wieserispengras von der Frühjahrsbeweidung profitieren und erreichte leicht höhere Flächenanteile.

Eine deutliche Verschiebung der Bestandeszusammensetzung, wie diese Starz et al. (2013) feststellten, erfordert eine längerfristige Beweidung. Dies trifft auch auf die dichte der Grasnarbe zu (Garay et al., 1997a, Garay et al., 1997b). Trotzdem kam es bei allen Arten und über alle Versuchsvarianten hinweg zu einer signifikanten Veränderung vom Beginn bis zum Ende des Versuches (siehe Abbildung 1). Besonders markant vielen diese Änderungen bei den Leguminosen aus, die sich von 16 Flächenprozent im Jahr 2001 auf 3 Flächenprozent im Jahr 2015 reduzierten. Dabei handelte es sich ausschließlich um Weißklee, der zwar

grundsätzlich bei andauernder Beweidung zunimmt (Starz et al., 2011), aber im Dauergrünland mehr oder weniger größeren Schwankungen unterliegt. Dafür konnte das Englische Raygras von 20 auf 32 Flächenprozent zulegen. Die immer milder werdenden Winter und die kaum mehr vorhandene lange geschlossene Schneedecke, wie auf Lagen des Versuchsstandortes, begünstigen die Entwicklung des Englischen Raygrases, da ein Schneeschimmelbefall immer weniger auftritt. Verdoppeln konnte ihre Flächenanteile von 11 auf 22 Flächenprozent die Gemeine Rispe. Dieses oberflächlich dahin kriechende und verfilzende Gras besiedelt rasch Lücken in nährstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Böden (Bohner und Starz, 2011).

Mengen- und Qualitätsertrag

Bei der Betrachtung des Mengen- und Qualitätsertrages konnte zwischen den unterschiedlichen Behandlungen ein Unterscheid zwischen der Frühjahrsbeweidung, der Bearbeitung mittels Stark-Striegel und keiner Maßnahme festgestellt werden (siehe Tabelle 2). Dabei erreichte die Variante ohne Maßnahme (Variante Schnitt) die signifikant höchsten Mengerträge von 11.060 kg TM/ha. Den nächst geringeren Ertrag hatten die gestriegelten Parzellen (Variante Striegel) mit 10.726 kg TM/ha und den geringsten Ertrag erreicht mit 9.942 die Frühjahrsbeweidete Nutzung (Variante Weide). Ein ähnliches Bild konnte beim Ener-

Tabelle 2: Mengen- und Qualitätsertrag im Schnitt der vier Versuchsjahre (2011-2014) inklusive des Einflusses durch das Striegeln und die Frühjahrsweide (2011, 2012 und 2013)

Parameter	Einheit	Nutzungsvariante			SEM	p-Wert	s _e
		Schnitt	Striegel	Weide			
TM-Ertrag	kg/ha	11.060 ^a	10.726 ^b	9.942 ^c	59	<0,0001	835
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	65.918 ^a	63.778 ^b	59.724 ^c	376	<0,0001	4.938
XP-Ertrag	kg/ha	1.572 ^a	1.520 ^{ab}	1.481 ^b	18	0,0201	148

Tabelle 3: Mengen- und Qualitätsertrag nach den verwendeten Mischungen im letzten Erntejahr 2014, ohne eine Bearbeitung mit Striegel oder der Durchführung einer Frühjahrsweide im Frühling

Parameter	Einheit	Mischung				SEM	p-Wert	s _e
		Mischung 1	Mischung 2	Wiesenrispengras ohne Übersaat				
TM-Ertrag	kg/ha	10.499	11.041	10.315	11.369	304	0,1111	586
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	61.623	64.631	60.485	66.414	1.779	0,1357	3.457
XP-Ertrag	kg/ha	1.379	1.455	1.331	1.526	57	0,1467	100

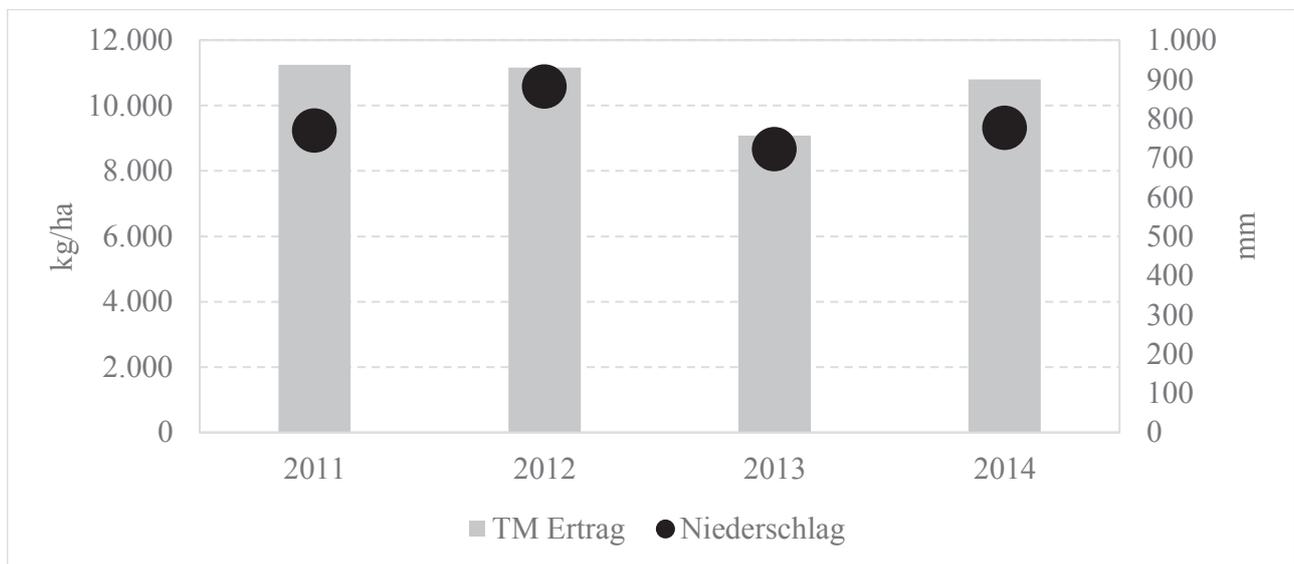


Abbildung 2: Durchschnittliche Mengenerträge in den vier Versuchsjahren mit den jeweiligen Niederschlagssummen in den Monaten April bis Oktober

gie- und Rohproteintrag beobachtet werden. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass hier auch das während der Beweidung gefressene Futter sowie das durch den Striegelvorgang ausgerissene Gras mit hineinspielt. Legt man die Betrachtung auf das letzte Versuchsjahr (2014), so konnte zwischen den Nutzungsvarianten kein signifikanter Unterschied im Mengenertrag (im Mittel 10.800 kg TM/ha) mehr festgestellt werden (siehe Abbildung 3).

Über alle Varianten hinweg traten zwischen den Versuchsjahren ausgeprägte Schwankungen im Ertrag auf (siehe Abbildung 2). Besonders sticht hier das Jahr 2013 heraus mit dem signifikant geringsten mittleren Jahresertrag von 9.087 kg TM/ha. Im Juli 2013 wurden in der Versuchszeit die geringsten Niederschlagssummen mit 63 mm gemessen. In den übrigen drei Versuchsjahren war die Regenmenge im Juli mindestens doppelt so hoch. Dies dürfte auch ein Grund dafür sein, warum in diesem Jahr die Erträge am niedrigsten waren.

In diesem Versuch konnten keine Ertragsunterschiede zwischen den eingesetzten Nachsaatmischungen und der nicht übergesäten Variante festgestellt werden (siehe Tabelle 3). Dieses Ergebnis verwundert wenig, da bereits bei der Betrachtung des Pflanzenbestandes, keine Veränderung durch

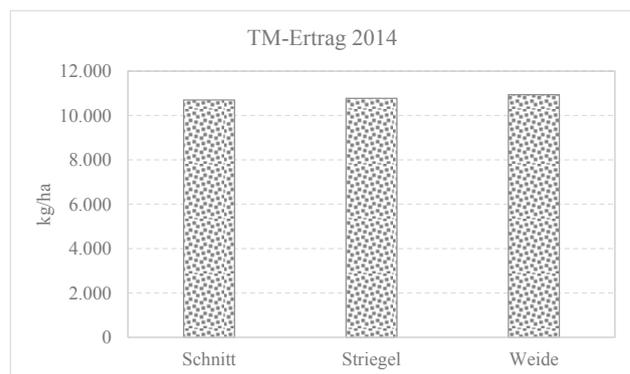


Abbildung 3: Mengenerträge im letzten Versuchsjahr (2014), ohne eine Bearbeitung mit Striegel oder der Durchführung einer Frühjahrsweide im Frühling

die Nachsaatmischungen festgestellt werden konnte.

Hier darf nun nicht der Schluss gezogen werden, dass eine Nachsaat im Dauergrünland nicht möglich und daher nicht notwendig ist. In anderen Studien konnten positive Effekte gemessen werden (Huguenin-Elie et al., 2006, Huguenin-Elie et al., 2008a, Starz et al., 2013).

Schlussfolgerungen

Eine zeitlich befristete Frühjahrsbeweidung von Schnittwiesen kann Grünlandflächen mit Problempflanzen nicht komplett sanieren. Dafür ist die Dauer der Maßnahme zu kurz. Dabei spielt eine entscheidende Rolle, in welchem Zustand sich die Fläche befindet, und was die Problemkräuter oder Problemgräser sind.

Damit eine Übersaat grundsätzlich im Grünland funktioniert muss offener Boden vorhanden sein, das Saatgut gut an den Boden angepresst werden und im Anschluss eine regelmäßige Wasserversorgung über mehrere Wochen gegeben sein. Da dies Bedingungen nicht bei jedem Übersaattermin gegeben sind ist es notwendig Übersaaten mehrmals mit kleinen Saatmengen pro Termin zu wiederholen. Dabei ist es wichtig einen langen Atem zu haben und dies solange durchzuführen, bis die entsprechenden Erfolge sichtbar werden.

Grundsätzlich sind Sanierungsmaßnahmen im Dauergrünland immer eine langfristige Angelegenheit und erfordern eine oftmalige Wiederholung. Die Frühjahrsbeweidung kann aber als ein Element eines groß angelegten Sanierungskonzeptes als eine preiswerte und einfach umzusetzende Maßnahme betrachtet werden.

Literatur

- Bohner, A. und Starz, W. (2011): Zeigerpflanzen im Wirtschaftsgrünland. Journal 1/2011 (Issue).
- Dietl, W. und Lehmann, J. (2004): Ökologischer Wiesenbau - nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 136 S.
- Garay, A.H.; Hodgson, J. und Matthew, C. (1997a): Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures - 1. Tissue turnover and herbage accumulation. New Zealand Journal of Agricultural Research 40 (1), 25-35.
- Garay, A.H.; Matthew, C. und Hodgson, J. (1997b): Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures - 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. New Zealand Journal of Agricultural Research 40 (1), 37-50.
- Gruber, L.; Steinwider, A.; Guggenberger, T. und Wiedner, G. (1997): Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997). Journal (Issue).
- Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.; Lüscher, A. und Gago, R. (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. Agrarforschung 13 (10), 424-429.
- Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Gago, R. und Lüscher, A. (2008a): Wiesenerhaltung durch gezielte Gräserversamung. Agrarforschung 15 (3), 144-149.
- Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Gago, R. und Lüscher, A. (2008b): Wiesenerhaltung durch gezielte Gräserversamung. Effiziente Nutzung von Grünland als Ressource für die Milch- und Fleischproduktion - 52. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Zollikofen, Schweiz, 9, 28.-30.08.2008, 258-261.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105 (1), 33-43.
- Starz, W.; Steinwider, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2011): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Verlag Dr. Köster, 16.-18.03.2011, 93-96.
- Starz, W.; Steinwider, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung, Bonn, 05.-08.03.2013, 146-149.
- Starz, W.; Steinwider, A.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. Grassland in a changing world - Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, 15, 1009-1011.
- Steinwider, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.
- Thomet, P.; Hadorn, M.; Troxler, J. und Koch, B. (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. Agrarforschung 7 (5), 218-223.

Silagequalität und Parasitenbelastung

Leopold Podstatzky^{1*} und Raffaella Thurnhofer²

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war den Einfluss von Silagequalität und Silierdauer auf die Wiederfindungsraten von Endoparasitenlarven zu eruieren. 48 Silageproben von unterschiedlicher Qualität wurden unter Laborbedingungen vorbereitet (Gras, Gras mit Erde, Gras und Siliermittel, Gras mit Erde und Siliermittel). Infektionsfähige Drittlarven einer weidebedingten Parasitenpopulation wurden den Silageproben zugegeben. Die Zählung der Parasitenlarven erfolgte mittels der Baermann-Wetzel Methode. Signifikante Unterschiede konnten zwischen den Gruppen bei der Wiederfindungsrate gemessen werden. Die Wiederfindungsraten waren in den Silagen mit Erde höher. Eine gute Silage sichert nicht nur den entsprechenden Futterwert sondern trägt auch zu einer Verringerung der Wurmbürde bei.

Schlagwörter: Silage, Endoparasiten

Summary

The aim of this study was to analyze the influence of silage quality and duration of ensiling to the recovery of infectious larvae of endoparasites. 48 silage bags of different quality were prepared (grass, grass with earth, grass and silage additive, grass with earth and silage additive). Third larvae of a parasite larvae mixture were added. Larvae were recovered by the method of Baermann-Wetzel. Significant differences were seen between groups in the larval recovery with more recovery in groups with additional earth. A good silage not only ensures the proper nutritional value but also contributes to a reduction in worm burden.

Keywords: silage, endoparasites

Einleitung und Zielsetzung

Das Silieren von Grünfütter (Galler, 2011) ermöglicht es den Landwirten, konserviertes Futter auch bei nicht optimalen Wetterbedingungen herzustellen. Nachdem Grünfütter mit infektionsfähigen Parasitenlarven belastet sein kann, wurde unter standardisierten Laborbedingungen untersucht, in wie weit sich die Silagequalität und die Lagerungsdauer auf die Überlebensfähigkeit von Parasitenlarven auswirkt.

Methoden

Parasitenfreies Gras wurde geschnitten und zu jeweils 30 g in 10x15 cm große Plastiksäckchen gepackt. In die fertigen Silagesäckchen kamen 2000 Drittlarven (1 ml) eines Parasitenlarvengemisches. Der Hälfte der Silageproben wurden je 3 g Erde (GE, GSE) sowie Siliermittel (100 µl, Lagrosil pH liquid (Fa. Garant) (GS, GSE) zugegeben (Tab. 1). Schlussendlich wurden die Silagetüten mit Hilfe eines Vakuümiergerätes luftdicht verschlossen. Die Untersuchungen erfolgten in dreifacher Wiederholung. Vor der Zählung der Larven wurde bei jeder Probe der pH-Wert gemessen. Mittels des Auswanderverfahrens nach Baermann-Wetzel

wurden die Larven zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten (Tab. 1) gezählt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwareprogramm IBM SPSS Statistics 22. durch eine univariate Varianzanalyse mit den Faktoren Woche und Gruppe. Paarweise Mittelwertvergleiche erfolgten mittels Tukey-Test.

Ergebnisse und Diskussion

Eine signifikante Reduktion der Larvenzahlen war sowohl zwischen den Untersuchungszeitpunkten als auch zwischen den Gruppen nachweisbar. In der Untersuchungswoche 5 wiesen die Gruppen mit Erdzusatz (GE, GSE) signifikant mehr Larven auf als die Gruppen ohne Erdzusatz (G, GS) (Tab. 2). Die Gruppe GS wies ab der Untersuchungswoche 1 die niedrigsten pH-Werte auf (Tab. 3). In der US 5 waren zwar keine signifikanten Unterschiede beim pH-Wert nachweisbar, aber die GE wies numerisch den höchsten Wert auf. Die unter diesen Bedingungen hergestellten Silageproben wurden unter Vakuum verschlossen. Dieser sauerstoffarme Zustand stellt einen optimalen Zustand für den Silierprozess dar, der unter Praxisbedingungen nicht immer erreichbar ist. Das dürfte auch der Grund dafür sein, dass in allen Proben die

Tabelle 1: Versuchsplan

Gruppe	Gras	Siliermittel	Erde	Parasitenlarven	Untersuchungswochen	n
G	30 g			2000	0, 1, 3, 5	12
GS	30 g	100 µl		2000	0, 1, 3, 5	12
GE	30 g		3 g	2000	0, 1, 3, 5	12
GSE	30 g	100 µl	3 g	2000	0, 1, 3, 5	12

G: Gras, GS: Gras u. Siliermittel, GE: Gras und Erde, GSE: Gras, Siliermittel und Erde

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Insitut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Austraße 10, A-4600 Wels/Thalheim

² FH Gesundheitsberufe Oberösterreich, Sierminger Straße 170, A-4400 Steyr

* Ansprechpartner: Dr. Leopold Podstatzky, leopold.podstatzky@raumberg-gumpenstein.at

Tabelle 2: Larvenanzahl (Mittelwerte)

Untersuchungswochen	G	GS	GE	GSE	p
0	1350	1280	1195	1163	n.s.
1	465ac	320a	750b	600bc	*
3	173a	198a	453b	307ab	*
5	66a	40a	213b	133b	*

* signifikant für P<0.05, G, GS, GE, GSE: siehe Tabelle 1

Larvenzahlen stark zurückgingen. Unter Praxisbedingungen kann bei schlechter Silagequalität mit höheren Larvenzahlen gerechnet werden. Eine gute Silagequalität sichert nicht nur einen guten Futterwert, sondern kann auch zur Reduktion der Parasitenbelastung beitragen.

Tabelle 3: pH-werte (Mittelwerte)

Untersuchungswochen	G	GS	GE	GSE	p
0	6,27a	6,22ab	5,75ab	5,30b	*
1	5,25	4,75	5,00	4,96	n.s.
3	4,90abc	4,40a	5,37b	5,43bc	*
5	5,11	4,90	5,70	5,03	n.s.

* signifikant für P<0.05 G, GS, GE, GSE: siehe Tabelle 1

Literatur

Galler J. (2011) Silagebereitung von A bis Z. Grundlagen – Siliersysteme – Kenngrößen. Fachartikel Landwirtschaftskammer Österreich. Online verfügbar unter http://www.kuhdokter.at/files/Silagebereitung_von_A-Z.pdf (29.05.2016)

Umweltziele Landwirtschaft - Anspruch und Wirklichkeit

Rainer Weissshaidinger^{1*}, Klavdija Ramsak-Noemi², Roger Biedermann², Othmar Schwank³,
Richard Petrsek¹, Andreas Bartel⁴ und Matthias Stolze²

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft in den Alpenländern Österreich und Schweiz erfüllt wichtige gesellschaftliche Funktionen, gleichzeitig verursacht sie negative Umweltwirkungen und beeinträchtigt natürliche Ressourcen (z.B. Biodiversität, Grundwasser). Die Agrarpolitik der beiden Länder zielt auch auf eine Reduktion dieser negativen Umweltwirkungen der Landwirtschaft ab, um nationale und internationale Vorgaben zu erreichen. Die Auswertung an öffentlichen Dokumenten und Daten sowie wissenschaftlicher Literatur zeigt, dass es der Agrarpolitik beider Länder trotz umfangreicher Agrarumweltprogramme nicht gelungen ist, die Umweltziele zu erreichen. Es ist daher zu schlussfolgern, dass die momentanen Instrumente der Agrarpolitik nicht ausreichen, um eine ökologisch nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung in den Alpenländern insbesondere den Schutz der Biodiversität und Reduktion allen voran der Stickstoffemissionen, zu gewährleisten. In einer abschließenden These wird das Potential von Low-Input-Systemen hinsichtlich eines umfassenden Ressourcenschutzes und der Ernährungssicherung skizziert.

Schlagwörter: Alpenraum, Umweltwirkungen, Biodiversität, Stickstoff, Landnutzung

Summary

Agriculture in the alpine countries Switzerland and Austria fulfil important functions for the society. At the same time agriculture is causing negative environmental impacts and is affecting natural resources (e.g. biodiversity or ground water). Agricultural policies of both countries aim at reducing such negative impacts of agriculture and to obey national and international regulations. An analysis of public documents and data as well of scientific literature shows that both countries despite extensive agri-environment programs did not meet the environmental goals they set. We conclude that the current instruments of agricultural policies are not sufficient to achieve an ecologically sustainable agricultural land use in the alpine countries especially concerning the protection of biodiversity and the reduction of nitrogen emissions. In a concluding thesis the potentials of Low-Input systems are highlighted regarding a comprehensive protection of natural resources as well as food security.

Keywords: Alpine space, Environmental impacts, Biodiversity, Nitrogen, Land use

Einleitung

Die Landwirtschaft in den Alpenländern Österreich und Schweiz ist multifunktional, wobei sie für die Gesellschaft wichtige wirtschaftliche, soziokulturelle und ökologische Funktionen erfüllt. Die heutige landwirtschaftliche Landnutzung verursacht jedoch auch negative Auswirkungen auf den Zustand der Ökosysteme beider Länder. Diese Auswirkungen zu reduzieren ist ein Anliegen der Agrarpolitik und wird mit Fokus auf die Einführung von Agrarumweltmaßnahmen (ÖPUL in Österreich, Direktzahlungen in der Schweiz) verfolgt. Trotz der dadurch erreichten positiven Entwicklungen wird die Effektivität dieser Agrarumweltmaßnahmen immer wieder kritisiert, v.a. jene die nur eine moderate oder nicht nachweisliche Umweltverbesserung erzielen (Wrbka et al. 2008, Bundesrat 2009, Bosshard et al. 2011). Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die in nationalen und internationalen Regelungen und Verord-

nungen formulierten Umweltziele für die Landwirtschaft in Österreich und der Schweiz erreicht werden konnten.

Methoden

Die Beantwortung der Frage, ob in Österreich und der Schweiz die Umweltziele für die Landwirtschaft erreicht wurden, erfolgt auf der Basis einer umfangreichen Auswertung von öffentlichen Dokumenten sowie wissenschaftlicher Literatur. Darüber hinaus wurden Daten und Statistiken beispielsweise von EUROSTAT, Agristat, Statistik Austria, Bundesamt für Statistik Schweiz etc. verwendet.

Im Folgenden werden die länderspezifischen Umweltziele für Stickstoff, Phosphor und Biodiversität der aktuellen Situation auf der Basis von Literatur- und Statistikauswertungen gegenübergestellt. Darauf aufbauend werden Thesen zur Reduktion der negativen Umweltwirkungen abgeleitet.

¹ Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), A-1010 Wien

² Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

³ Schwank Earthpartner AG, CH-8455 Rüdlingen

⁴ Umweltbundesamt GmbH, A-1090 Wien

* Ansprechpartner: Dr. Rainer Weissshaidinger, rainer.weissshaidinger@fibl.org

Ergebnisse

Stickstoff (N)

Stickstoff ist einerseits ein Schlüsselement für das Leben auf der Erde. Auf der anderen Seite belasten übermäßige Emissionen reaktiver Stickstoffverbindungen aus der Landwirtschaft die Umwelt und die menschliche Gesundheit. Die Gründe für die hohen N-Emissionen sind u.a. eine hohe Viehbesatzdichte, eine von den lokal verfügbaren Ressourcen entkoppelte Tierhaltung (z.B. ist die Schweiz zu ca. 85 % abhängig von importiertem Kraftfutter; SBV 2014) sowie generelle Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft (vgl. Heldstab et al. 2014, UBA 2016a).

Die Umweltziele Stickstoff wurden in beiden Ländern verfehlt:

- **Ammoniakemissionen:** Die Schweiz verfehlt bei den Ammoniakemissionen ihr ambitioniertes Ziel von maximal 25 kt N pro Jahr aus der Landwirtschaft mit 48 kt N klar (vgl. BAFU 2015a). Österreich verfehlt sein weniger ambitioniertes Ziel von 54 kt N über alle Sektoren mit 54,4 kt N knapp (UBA 2016b). Zwei Drittel der gesamten Ammoniakemissionen kommen aus der Rindviehhaltung. Die Schweiz hat höhere Viehbesatzdichten als Österreich, der gesamte Viehbestand ist in Österreich höher (für 2010: 1,71 GVE/ha bzw. 1,29 GVE/ha sowie 1795 kGVE bzw. 2517 kGVE; Angaben und Berechnungen u.a. auf Basis Eurostat 2016, Agristat 2014).
- Bei den **Nitratemissionen** in das Grundwasser werden in der Schweiz bei ca. 13,7 % der Messstellen die vergleichsweise strengen Anforderung von 25 mg NO₃/l nicht erreicht (BAFU 2016) und in Österreich bei ca. 11 % der Grundwassermessstellen der Vorsorgewert von 45 mg NO₃/l überschritten (BMLFUW 2015).
- Die **Überschreitung der Critical Loads¹** für Stickstoffeinträge (CLN) in empfindliche Ökosysteme ist speziell in der Schweiz problematisch – vor allem bei den ökologisch besonders wertvollen Flächen, wie etwa Mooren (EKL 2014). Im Jahr 2010 sind in Österreich 59 % der Landesfläche von CLN-Überschreitungen betroffen, im Durchschnitt betrug diese 2,5 kg N/ha/Jahr, im Maximum 14,4 kg N/ha/Jahr (Dirnböck et al. 2014).

Phosphor (P)

Der Bodenphosphorvorrat ist in der Schweiz nach wie vor sehr hoch (BAFU und BLW 2008). In Österreich ist dieser abgesehen von intensiven Ackerbaugebieten (vgl. UBA 2016a) v.a. im österreichischen Grünland niedrig bzw. sehr niedrig (AGES 2010). In der Schweiz sind die Phosphorbilanzsalden positiv und in Österreich negativ, in beiden Ländern ist zwischen 1995 und 2000 ein deutlicher Rückgang des Bodenphosphorvorrates zu verzeichnen. In der Schweiz wurde ein Rückgang der P-Bilanzsalden von rund 11 kt P auf 3 kt P und in Österreich von rund 14 auf -3 kt P verzeichnet; die durchschnittlichen P-Überschüsse pro Hektar betragen für 2010 in der Schweiz 2,0 kg P/ha und in Österreich -1,2 kg P/ha (Berechnungen auf Basis Eurostat

2014). Die P-Bilanzüberschüsse der Schweiz sind in erster Linie durch importierte Futtermittel und erst sekundär durch Mineraldünger bedingt (vgl. Spiess 2011).

Die Umweltziele Phosphor wurden – mit kleineren Ausnahmen – in beiden Ländern weitgehend erreicht:

- Schweiz: Die P-Konzentration hat in den acht großen Seen in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen, jedoch wird der Grenzwert von 20 µg Phosphor/l im Baldeggensee (24 P/l in 2014) und besonders im Zugersee (83 P/l in 2013) überschritten (BAFU 2015b).
- Österreich: Für den Parameter Gesamtphosphor liegt das Jahresmittel 2012 bei zwei von 28 Seen, im Bodensee und Altausseer See, knapp über den typspezifischen Richtwerten der Qualitätszielverordnung Ökologie (BMLFUW 2014).

Pflanzenschutzmittel

Im Gegensatz zu Stickstoff und Phosphor ist die Bewertung der Umweltbeeinträchtigung durch Pflanzenschutzmittel (PSM) eine größere Herausforderung und die Monitorings sind meist stark eingeschränkt (SRU 2016). Aufgrund verbesserter Analysemethoden werden in den Fließgewässern und Grundwasserkörpern in den intensiv bewirtschafteten Agrargebieten Österreichs und der Schweiz jedoch vermehrt Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte festgestellt. Für Böden (terrestrische Ökosysteme) gibt es weder in der Schweiz noch in Österreich systematische Beobachtungen von Pflanzenschutzmittelbelastungen.

Die Umweltziele Pflanzenschutzmittel werden in der Schweiz und in Österreich nicht erreicht:

- In Schweizer Fließgewässern wurden in der Studie von Wittmer et al. (2014) von 300 zugelassenen Wirkstoffen 102 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und im Durchschnitt 40 pro Probe gefunden. Der Summenparameter lag bei 78 % der Proben und bei 31 Substanzen über 1 µg/l (Grenzwert Gewässerschutzverordnung). In der Schweiz liegen bei 20 % der Grundwasser-Messstellen die Wirkstoffkonzentrationen von Pflanzenschutzmitteln über dem Grenzwert von 0,1 µg/l (BABU 2015c).
- In Österreich wurden 25 von 121 untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (bzw. Metaboliten) in Fließgewässern nachgewiesen (Global 2000 2014), die Studie ist jedoch nicht repräsentativ. Zudem liegen 46 % der Grundwassermessstellen über dem Grenzwert (BMLFUW 2011).

Habitats- und Biodiversitätsverlust

Ökosysteme im Alpenraum reagieren bereits auf geringfügige Veränderungen sehr empfindlich (Houet et al., 2010). In den letzten Jahrzehnten gab es in beiden Ländern einen deutlichen Verlust von Lebensräumen und eine Beeinträchtigung von Ökosystemfunktionen. Die häufigsten Ursachen für den Biodiversitätsverlust sind in absteigender Reihenfolge (s. BAFU 2015d, Billeter et al. 2008, Europäische Kommission 2015, Geiger et al. 2010a,b): a) die Schädigung oder Zerstörung des Lebensraumes – z.B. durch die Intensivierung der Landwirtschaft, die Stickstoffdeposition aus der Luft,

¹ Critical Loads bezeichnen die Schwellenwerte an Stofffrachten (hier Stickstoff) in ein Ökosystem, die im System nicht mehr gepuffert werden können und zu einer Veränderung der Artengemeinschaft führen

die Nutzungsaufgabe von Grenzertragsflächen sowie die Über- und Verbauung von Landwirtschaftsflächen –, b) die Veränderungen und Zerstörung der natürlichen Dynamik im Ökosystem, und c) die Schädigung oder Störung der Artbestände – z.B. durch Stickstoff- und Phosphorüberdüngung sowie Pflanzenschutzmitteleinträge. Die mechanische Beikrautregulierung und die hohen Mengen an organischem Dünger zeigen darüber hinaus einen negativen Einfluss auf die Abundanz von Feldvögel (vgl. Geiger et al. 2010b).

Die Umweltziele Habitate und Biodiversität wurden in der Schweiz und in Österreich bei weitem nicht erreicht – mit anhaltenden stark negativen Trends:

- Für Österreich ist ein allgemein ungünstiger Erhaltungszustand vieler Lebensraumtypen und Arten festzuhalten: 40 % der Arten gelten als gefährdet (UBA 2013). Allein zwischen 1998 und 2008 gab es eine Abnahme des Farmland Bird Index von gut 20 % (Teufelbauer 2010).
- In der Schweiz ist der Biodiversitätszustand ebenfalls unbefriedigend und die Fläche wertvoller Lebensräume ist stark geschrumpft (BAFU 2015d). Laut Fischer et al. (2015) sind 36 % der Arten gefährdet und 55 Arten bereits ausgestorben.

Schlussfolgerungen

Die in den 1990er Jahren eingeführte Ökologieorientierung der Landwirtschaft hat die gewünschten Wirkungen insbesondere hinsichtlich Stickstoffreduzierung und Biodiversitätserhaltung nicht erzielen können. Somit ist es der Agrarpolitik trotz umfangreicher Agrarumweltprogramme nicht gelungen, die Umweltziele der Landwirtschaft annähernd zu erreichen.

These 1: Die derzeit verfügbaren Instrumente der Agrarpolitik werden nicht ausreichen, um eine Trendwende hin zu einer ökologisch nachhaltigen Landnutzung in den Alpenländern einzuläuten.

Die Agrarpolitik ist der wichtigste Hebel für eine ökologisch nachhaltige Landwirtschaft (vgl. Hecht et al. 2015). Es stellt sich die Frage, ob die Umweltziele mit dem jetzigen agrarpolitischen Instrumentarium erreicht werden können.

These 2: Dem Schutz und der Förderung von Arten sowie dem Schutz und der Vernetzung von Lebensräumen wird zu wenig Bedeutung zugemessen.

Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität sowie der Schutz der Lebensräume ist aufgrund ihrer Funktionen und Ökosystemleistungen von enormer gesellschaftlicher Bedeutung. Der Verlust an Lebensräumen ist der Haupttreiber für den Biodiversitätsverlust. Besonders davon betroffen sind Gewässer, Ufer- und Feuchtgebiete aber auch Grünland, Pionierstandorte und Ackerland. Die intensive Landwirtschaft ist eine der Hauptverursacher des Habitatverlustes.

These 3: Die Reduktion des Stickstoff-Inputs ist ein Schlüssel für den Erfolg.

Der Reduktion des Stickstoff-Inputs in landwirtschaftliche Landnutzungssysteme kommt in einer ökologisch nachhaltigen Landnutzung eine Schlüsselstellung zu. Durch den Zukauf von Kraftfuttermitteln und dem intensiven Maisanbau für die Milchproduktion entkoppelt sich die

Rindviehhaltung zunehmend von den lokalen Ressourcen sowie einer standort- und tiergerechten Fütterung.

These 4: Low-Input Systeme sind – vor allem auf weniger produktiven Standorten – ein Beitrag zur ökologisch nachhaltigen Landwirtschaft und zur Ernährungssicherung.

High-Input-Systeme weisen teilweise eine bessere Ökoeffizienz auf, d.h. eine geringe Umweltwirkung pro produzierter Produktmenge, als Low-Input Systeme. Jedoch liefert die Ökoeffizienz keine Antwort auf die Frage, ob eine bestimmte Produktionsintensität überhaupt umweltverträglich ist. Zwar ist der Flächenbedarf pro produzierter Produktionseinheit für die extensive Produktion (Low Input) im alpinen Raum mit Ausnahme der Tallagen höher als im Tiefland, die Nutzung dieser für die menschliche Ernährung sonst unproduktiven Flächen stellt aber über die Erzeugung von Milch- und Fleischprodukten einen direkten Beitrag zur Ernährungssicherung dar. Low-input Systeme besitzen aufgrund ihrer Fähigkeit, Ressourcen von Grünlandstandorten mit hoher Diversität zu nutzen, ein hohes Potenzial zur Anpassung an Klimarisiken und damit zur langfristigen Ernährungssicherheit. Durch die reduzierte Fütterung von Kraftfutter wird weniger Ackerfläche für die Futterproduktion benötigt, die dann für die Produktion von Lebensmitteln zur menschlichen Ernährung frei wird. Biodiversitätsfreundliche Anbausysteme – etwa agrarökologische und biologische Landwirtschaft, Low-input-Farming und Integrierte Produktion – bieten ein großes Potenzial für den Ressourcenschutz; kombiniert mit zusätzlichen Maßnahmen des Habitatschutzes und der Habitatvernetzung auch für den Schutz der Biodiversität.

Danksagung: Wir danken der Bristol Stiftung und der Paul Schiller Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Projektes.

Literatur

- AGES, 2010: ÖPUL-Evaluierung – Auswirkungen von ÖPUL-Maßnahmen auf die Nährstoffverfügbarkeit österreichischer Böden (URL: https://www.bmlfuw.gv.at/land/laendl_entwicklung/le-07-13/evaluierung/le_studien/oepulma.html, Zugriff 4.2.2016).
- Agristat, 2014: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Schweizer Bauernverband. Brugg.
- BAFU, 2015a: Switzerland's Informative Inventory Report 2015 (IIR). Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Bern.
- BAFU, 2015b: Indikator Phosphorgehalt in Seen. Daten zur Grafik. (URL: <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren/08605/08608/index.html?lang=de>, Zugriff 16.3.2016).
- BAFU, 2015c: Pflanzenschutzmittel im Grundwasser (URL: <http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14976/14988/index.html?lang=de>, Zugriff 13.07.2016)
- BAFU, 2015d. Umwelt Schweiz 2015. BBL, Bundespublikationen. Bern.
- BAFU, 2016. Nitrat im Grundwasser. (URL: <http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14976/14987/index.html?lang=de>, Zugriff 16.3.2016).
- BAFU und BLW, 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. BAFU, Bern.
- Billeter R., et al., 2008: Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45, 141–150.

- BMLFUW, 2011: GZÜV-Sondermessprogramm Pestizide und Metaboliten 2010. Endbericht. Hrsg. Vom BMLFUW in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt. URL: https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:404edb9-6406-43b3-821a-a2872c8da9a4/SMP2010_Endbericht.pdf, Zugriff 30.5.2016).
- BMLFUW, 2014: Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 2013. Wien.
- BMLFUW, 2015: Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 2014. Wien.
- Bosshard, A., F. Schläpfer und M. Jenny, 2011: Weissbuch Landwirtschaft Schweiz. Analysen und Vorschläge zur Reform der Agrarpolitik. Bern: Vision Landwirtschaft.
- Bundesrat, 2009: Weiterentwicklung des Direktzahlungssystems. Bern.
- Dirnböck, T., et al., 2014: Adaptation to Interactive Impacts of Climate Change and Nitrogen Deposition on Biodiversity. Interim Report No 02 to the ACRP Climate and Energy Fund. Wien.
- EKL, 2014: Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge. (URL: http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/themen/Ammoniak-Immissionen_und_Stickstoffeintraege.pdf, Zugriff 13.7.2016)
- Europäische Kommission, 2015: Mid-term review of the EU biodiversity strategy to 2020 EU assessment of progress towards the targets and actions. (URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/index_en.htm, Zugriff 5.11.2015).
- Eurostat, 2014: Gross Nutrient Balance. (URL: http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/AEI_PR_GNB, Zugriff: 16.3.2016).
- Eurostat, 2016 : Viehbestand: Anzahl der Betriebe und der Tiere nach landwirtschaftlicher Fläche und NUTS-2-Regionen. (URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>, Zugriff 17.3.2016).
- Fischer, M., et al., 2015: Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz et al., Bern.
- Geiger, F., et al., 2010a: Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97-105.
- Geiger, F., et al., 2010b: Landscape composition influences farm management effects on farmland birds in winter: A pan-European approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139, 571-577.
- Hecht, J., et al., 2016: Fragile ecosystems and scarce resources meet growing food demand: Is “business as usual” land use an appropriate long-term solution for the Alpine countries? *Acta Fytotechnica et Zootechnica* 18, 13-15.
- Global 2000 (2014): Ergebnisse Wassertests 2014. URL: <https://www.global2000.at/sites/global/files/Ergebnisse%20Wassertest%202014.pdf> (Zugriff: 11.07.2015).
- Heldstab, J., J. Reutimann J. und R. Biedermann, 2014: Umweltrelevante Stickstoffflüsse in der Schweiz, *AQUA & GAS* Zürich 10/ 2014,76-86
- Houet, T., et al., 2010: Exploring subtle land use and land cover changes: a framework for future landscape studies. *Landscape Ecology* 25(2), 249-266.
- Spieß, E., 2011: Nitrogen, phosphorus and potassium balances and cycles of Swiss agriculture from 1975 to 2008. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* (2011) 91, 351–365.
- SBV, 2014: Agristat, Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. Brugg.
- Teufelbauer, N., 2010: Der Farmland Bird Index für Österreich – erste Ergebnisse zur Bestandsentwicklung häufiger Vogelarten des Kulturlandes. *Egretta* 51, 35-50.
- UBA, 2013: Zehnter Umweltkontrollbericht – Umweltsituation in Österreich. Umweltbundesamt Wien. 288 S. (URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0410.pdf>, Zugriff 31.5.2016).
- UBA, 2016a: Regionale Stickstoff- und Phosphorbilanzen auf NUTS 3 Ebene, (URL: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/landnutzung/landwirtschaftbetriebsmittel/npbilanzennuts3/>, Zugriff: 4.2.2016).
- UBA, 2016b: Austria’s Informative Inventory Report (IIR) 2016. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Vienna 2016. (URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0566.pdf>, 1.6.2016).
- Wittmer, I., et al., 2014: Über 100 Pestizide in Fließgewässern. Programm NAWA SPEZ zeigt die hohe Pestizid-Belastung der Schweizer Fließgewässer auf. *Aqua & Gas* 3 (2014), 32-43.
- Wrbka, T., et al., 2008: Impact of the Austrian Agri-environmental scheme on diversity of landscapes, plants and birds. *Community Ecology*, 9(2), 217-227.