Fachtagung für biologische Landwirtschaft

gemäß Fortbildungs-
plan des Bundes

Internationale Bio-Forschungsergebnisse aus Core Organic II sowie Düngekonzepte im Bio-Grünland

06. November 2014
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, 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 © 2014
Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning, Raumberg 38

ISSN: 1818-7722
ISBN: 978-3-902849-12-0

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:
Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 06. November 2014, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2014

Inhaltsverzeichnis

Impressum 2

Vorstellung des ERA-NET CORE II/CORE Organic Plus sowie der Publikationsdatenbank Organic Eprints 5

M. KEUSCHNIGG

ERA-NET CORE Organic II: Betriebsspezifische Strategien zur Reduktion des Umwelteinflusses durch Verbesserung von Tiergesundheit, Wohlergehen und Ernährung von Bioschweinen 7

CH. LEEB

ERA-NET CORE Organic II: Reduzierte Bodenbearbeitung für Gründünger für nachhaltige Anbausysteme im biologischen Landbau 11

A. SURBÖCK

Faktoren der Nährstoffverfügbarkeit im Boden des Dauergrünlandes 15

A. BOHNER

Hilft die Kalkdüngung Hahnenfußgewächse zurückzudrängen? 23

O. HUGUENIN-ELIE

Wirtschaftsdünger im Biogrünland - effizient lagern und ausbringen! 27

W. STARZ

Phosphorbilanzen und Phosphorvorräte im Dauergrünland - Eine Untersuchung im Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut 37

CH. WEISSENSTEINER

Gülle und Bio-Grünland - wie passt das zusammen? 45

W. STARZ

Posterbeiträge

Reduktion des Kraftfuttereinsatzes in einem Bio-Low-Input System - Wie reagieren unterschiedliche Kuhtypen? 53

M. HORN, A. STEINWIDDER, R. PFISTER, W. ZOLLITSCH

Ausbildung zum Weidepraktiker - Wie bewerten die AbsolventInnen den Nutzen für die Praxis? ... 59

M. HORN, V. EDLER, A. STEINWIDDER, L. KAIPEL

Einfluss der Laktationszahl auf Laktationskurven- und Lebendmasseverlauf von Kühen unterschiedlicher genetischer Herkunft bei Low-Input Vollweidehaltung im Berggebiet 63

R. MERTENS, M. HORN, A. STEINWIDDER, W. ZOLLITSCH

Schlachtleistung und Fleischqualität von Charolais×Wagyu- und Fleckvieh×Wagyu- Rindern unter österreichischen Mastbedingungen 67

G. TERLER, C. TRIPPOLD, M. VELIK, R. KITZER, J. KAUFMANN

Vollmilch - Kälbermast - Eine Analyse von Felddaten zur Erforschung der Ursachen für eine dunkle Kalbfleischfarbe **71**

M. VELIK, J. MURGG, R. KITZER

Toasten oder nicht toasten - Platterbsen als Futter für Aufzuchtferkel **75**

L. BALDINGER, W. HAGMÜLLER, U. MINIHUBER, W. ZOLLITSCH

Ausbringung von effektiven Mikroogranismen aktiv und dem Pflanzenschutzmittel MK5 auf sterile Rasenstücke - Einfluss unterschiedlicher Konzentrationen auf die Widerfindungsraten von Parasitenlarven **79**

E. GOTTHALMSEDER, L. PODSTATZKY, I. HUBER

Leder Projekt „Vielfaltsprodukte - Förderung nachhaltiger Landwirtschaftsprodukte aus Sortenraritäten in einem partizipativem Entwicklungsprozess“ **81**

P. LAMMER, F. LERCH, M. MÜLLER

Nutzung der positiven alleophatischen Effekte von Convolvulus arvensis L. (Ackerwinde) zur Wachstumsförderung von Weizen im biologischen Landbau **85**

V. POLD, I. FRITZ, G. GOLLNER, J. K. FRIEDEL

Erbsenlaus und Blattrandkäfer - geringer Befall bei Wintererbse? **87**

M.-L. WOHLMUTH, G. GOLLNER, E. KOSCHIER

Einfluss von Rührvorgängen auf pH-Wert, Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen von Rindergülle **89**

S. EHRMANN, W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER

Einfluss von Mist- und Gülledüngung auf wichtige Bodenparameter im Dauergrünland **93**

W. ANGERINGER, W. STARZ, R. PFISTER, H. ROHRER, G. KARRE

Simuliertes Koppelsystem mit drei unterschiedlichen Aufwuchshöhen und deren Auswirkungen auf Ertrag und Graszuwachs **101**

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

Inhaltsstoffverläufe auf intensiv genutzten Dauerweiden im inneralpinen Klimaraum **105**

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

Blattdüngung im Dauergrünland mit einem karbonatischen Pflanzenstärkungsmittel auf Basis von CO_2 Freisetzung in den Spaltöffnungen **109**

W. STARZ, R. PFISTER , H. ROHRER

Ökologischer Gesamtzuchtwert - Umsetzungsaktivitäten zur Unterstützung biolgisch wirtschaftender Milchviehbetriebe in Österreich **113**

A. STEINWIDDER, D. KROGMEIER

Verzicht auf Anfütterung mit Kraftfutter vor der Abkalbung - Einfluss der Kraftfutterversorgung nach der Abkalbung auf den Vormagen pH-Wert von frischlaktierenden Milchkühen **119**

A. STEINWIDDER, M. HORN, R. PFISTER, H. ROHRER, J. GASTEINER

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 5 – 6
ISBN: 978-3-902849-12-0

Vorstellung des ERA-NET CORE Organic II / CORE Organic Plus sowie der Publikationsdatenbank Organic Eprints

Maria Keuschnigg[1*]

Das ERA-NET CORE Organic ist ein Netzwerk europäischer Forschungsfinanzierungsorganisationen, welches Kooperationen zwischen nationalen Forschungsaktivitäten im Bereich Biolandwirtschaft sowie Erzeugung von Bio-Lebensmitteln fördert. ERA-NET steht für Netzwerke im Europäischen Forschungsraum (ERA); CORE Organic ist das Akronym für „Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming Systems“.

Das Netzwerk umfasst derzeit 24 PartnerInnen aus 20 europäischen Ländern. Österreichischer Partner im Netzwerk ist das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). Die Netzwerkkoordination hat das „International Centre for Research in Organic Food Systems“ (ICROFS) in Dänemark inne.

CORE Organic startete seine erste Phase im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm im Jahr 2007, wurde als CORE Organic II im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm fortgesetzt und befindet sich jetzt in seiner dritten Phase CORE Organic PLUS (Laufzeit Dezember 2013 bis November 2018).

CORE Organic basiert auf dem Gedanken, dass die Biolandwirtschaft einen wichtigen Beitrag zu einem ausgeglicheneren Verhältnis zwischen der Landwirtschaft und der Umwelt leisten und zugleich zur Lebensmittelsicherung beitragen kann. Die Herausforderungen, denen sich die Biolandwirtschaft stellen muss, bedürfen einer fundierten Wissensbasis und damit zielgerichteter Forschungs- und Innovationsprojekte. Ein Fokus, den vor allem das neue CORE Organic PLUS verfolgt, ist die zielgruppenorientierte Verbreitung bzw. Dissemination von Forschungsergebnissen.

Aus der gemeinsamen Ausschreibung aus dem ersten ERA-Net Core Organic sowie aus den drei Ausschreibungen in CORE Organic II gingen 15 Forschungsprojekte mit österreichischen ProjektpartnerInnen hervor.

Auch das neue ERA-NET „CORE Organic PLUS“ hat gleich zu Beginn seiner Laufzeit eine gemeinsame Ausschreibung zur Finanzierung von transnationalen Forschungsprojekten gestartet. Nach bislang rein nationalen Beiträgen zur Finanzierung von Forschungsprojekten in den ERA-NETS beteiligt sich in den ERA-NETS PLUS nun erstmals die Europäische Kommission an der Finanzierung der Forschungsprojekte (Top-up funding).

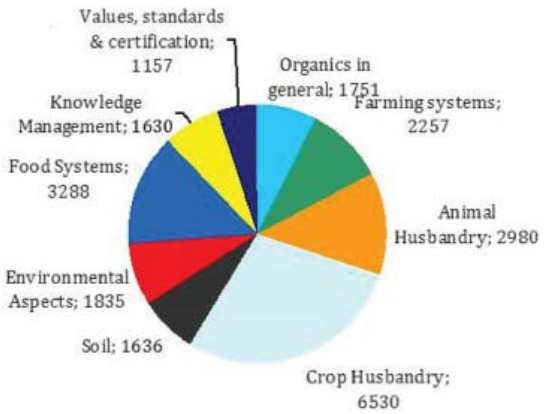


Abbildung 1: **Organic Eprints: Anzahl verfügbarer Publikationen nach Themenbereichen - Sept. 2014**

Das BMLFUW hat sich am Ausschreibungsthema Tierhaltung, –gesundheit, Zucht sowie Fütterung in der biologischen Landwirtschaft beteiligt. Ab Herbst 2014 steht fest, welche Forschungsprojekte von den Finanzierungsorganisationen sowie von einem unabhängigen Expertengremium empfohlen wurden und daher finanziert werden.

Detaillierte Informationen zum ERA-NET sowie zu den daraus hervorgegangenen Forschungsprojekten sind unter den Links http://www.coreorganic2.org/ sowie http://www.coreorganic.org/ zu finden.

Ein Vorhaben, das ursprünglich im ERA-NET CORE Organic entwickelt wurde, mittlerweile aber unabhängig davon existiert, ist das frei zugängliche Online-Archiv Organic Eprints, http://orgprints.org. Auf Organic Eprints sind zahlreiche wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Artikel, Berichte, Konferenzbeiträge, Projekt- und Organisationsbeschreibungen u. dgl. zur Biolandwirtschafts-Forschung zu finden. Organic Eprints wird mittlerweile von 26 Ländern, so auch von Österreich, betreut und verhilft WissenschafterInnen – in und außerhalb des ERA-NET CORE Organic – zu umfassender Publikation, Dokumentation und Koordination von Forschungstätigkeiten sowie BeraterInnen, politischen EntscheidungsträgerInnen, Medien, NGOs und der interessierten Öffentlichkeit zu einem einfachen Zugang zu etwa 14.000 Veröffentlichungen.

[1] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Forschung und Entwicklung, A-1010 Wien
[*] Ansprechpartner: MA Maria Keuschnigg, maria.keuschnigg@bmlfuw.gv.at

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 7 – 10
ISBN: 978-3-902849-12-0

ProPig - Betriebsspezifische Strategien zur Reduktion des Umwelteinflusses durch Verbesserung von Tiergesundheit, Wohlergehen und Ernährung von Bioschweinen

Christine Leeb[1*], Gwendolyn Rudolph[1], Davide Bochicchio[2], Gillian Butler[3], Sabine Dippel[8], Jean Yves Dourmad[6], Sandra Edwards[3], Barbara Früh[4], Gudrun Illmann[5], Armelle Prunier[6], Tine Rousing[7] und Christoph Winckler[1]

Zusammenfassung

In der biologischen Schweinehaltung stellen widerstandsfähige und zugleich leistungsfähige Tiere die Grundlage für gute Tiergesundheit, hohes Tierwohl und geringe Umweltwirkung dar. ProPIG hatte zum Ziel, durch Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls auf 75 Betrieben in 8 europäischen Ländern die Umweltwirkung von Bioschweinesystemen zu minimieren. Während dreier Betriebsbesuche wurde die Situation anhand tierbezogener Indikatoren erfasst, betriebsspezifische Verbesserungsstrategien festgelegt und die Effektivität der Maßnahmen nach einem Jahr beurteilt. Zusätzlich wurde die Umweltwirkung der drei Haltungssysteme (Stallhaltung mit Betonauslauf/teilweise Freiland/Freiland) berechnet, wobei eine große Variation innerhalb des Systems, aber kein signifikanter Unterschied zwischen den Systemen bzgl. Treibhausgasemissionen gefunden wurde.

Die Managementstrategien, die von den Bauern und Bäuerinnen gewählt wurden, werden in einem „Handbuch“ zu Tiergesundheit zusammengefasst. Zudem wird ein Exceltool als Entscheidungshilfe für die Reduktion der Umweltwirkung entwickelt, das von BeraterInnen angewandt werden kann.

Schlagwörter: Entscheidungshilfen, Futterverwertung, Haltungssysteme, Lebenszyklusanalyse

Summary

In organic pig farming robust and well growing animals are crucial to ensure high health status, animal welfare and reduced environmental impact. The goal of ProPIG was to improve animal health and welfare on 75 farms in 8 European countries and therfore to reduce environmental impact. During three farm visits animal based parameters were assessed to describe the situation, farm individual improvement strategies were agreed and their effect evaluated after one year. Three husbandry systems (indoor/partly outdoor/outdoor) were not different regarding green house gas emissions.

Management strategies implemented by farmers are collected as „Handbook for Improvement“ and an excel tool was created as decision support tool to reduce environmental impact to be applied by advisors.

Keywords: environmental decision support tool, feed conversion rate, husbandry systems, life cycle assessment

Einleitung

Widerstandsfähige und zugleich leistungsfähige Tiere stellen die Grundlage für gute Tiergesundheit, Tierwohl und geringe Umwelteinflüsse dar. Durch Verbesserungen der Tiergesundheit und des Tierwohls können negative Umwelteinflüsse minimiert werden z.B. durch bessere Futterverwertung. Präventive Ansätze und optimales Gesundheitsmanagement, wie zum Beispiel Tiergesundheitsplanung (z.B. Leeb et al., 2010) sind ein mögliches Instrument dazu.

Bioschweine werden in Europa in sehr unterschiedlichen Systemen gehalten (Früh et al., 2013), z.B. in deutschsprachigen Ländern überwiegend im Stall mit Betonauslauf, in Großbritannien ganzjährig im Freiland. Die Auswirkun-

[1] Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[2] CRA-SUI, I-41018 San Cesario sul Panaro
[3] University oft Newcastle upon Tyne, Agriculture Building, Großbritanien
[4] Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick
[5] Institute of Animal Science, Department of Ethology, CZ-10400 Praha - Uhříněves
[6] INRA Institut National de la Recherche Agronomique, F-75338 Paris cedex 07
[7] DJF-AU Department of Animal Health an Bioscience, Aarhus University, DK-8000 Aarhus C
[8] Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, D-29223 Celle
[*] Ansprechpartner: Dr. med. vet. Christine Leeb, christine.leeb@boku.ac.at

gen auf die Umwelt (z.B. Treibhausgasemissionen) der verschiedenen Produktionssysteme wurden bislang noch nicht quantifiziert.

Ziel des Projektes „ProPIG“ (Leeb et al. 2011) war daher, den Zusammenhang von Tiergesundheit und Tierwohl mit Fütterung und Umweltauswirkungen zu untersuchen:

1. Beschreibung und Analyse der Tier-Umwelt-Interaktion in drei verschiedenen Haltungssystemen (Stallhaltung/teilweise Freiland/Freiland)
2. Entwicklung und Implementierung betriebsspezifischer Strategien, um die Umweltwirkung von biologisch gehaltenen Schweinen durch Verbesserung von Tiergesundheit, Wohlergehen, Fütterung und Management zu reduzieren
3. Dissemination von Wissen an nationale Beratungsorganisationen und LandwirtInnen

Tiere, Material und Methoden

ProPIG ist ein europäisches Bioschweine-Forschungsprojekt im Rahmen des ERAnets „CORE OrganicII“ (http://www.coreorganic2.org), basierend auf den Erkenntnissen des CORE-Organic Projektes „COREPIG“ (http://www.coreorganic.org/research/projects/corepig/index.html). Eine prospektive Kohorten- Studie wurde von 2011- 2014 in acht europäischen Ländern (AT; CH; CZ; DE; DK; FR; IT; UK) auf insgesamt 75 Bioschweinebetrieben durchgeführt.

Zu Projektbeginn wurden die Haltungssysteme kategorisiert. Die Datenaufnahme (Tiergesundheit, Haltung, Fütterung, Management, Landnutzung) erfolgte durch dreimalige Betriebsbesuche innerhalb eines Jahres:

Tiergesundheit und Tierwohl wurden anhand klinischer Parameter (nach WelfareQuality; CorePIG, BEP-Bioschwein), ausgewählter Verhaltensparameter sowie Aufzeichnungen (Behandlungs- und Leistungsdaten) beurteilt und anhand des Software Instrumentes „PigSurfer“ erfasst. Die Fütterung jeder Tierkategorie wurde anhand der aktuellen Ration erfasst, die jeweiligen Nährstoffgehalte berechnet und mit Bedarfswerten verglichen. Abschließend wurden Futtermittel- und Bodenproben genommen.

Die BetriebsleiterInnen erhielten die Ergebnisse in einer vergleichenden Darstellung („Benchmarking“) während des zweiten Besuches rückgemeldet. Darauf basierend wurden während eines Gespräches betriebsspezifische Ziele und Maßnahmen festgelegt. Nach einem Jahr wurde die Situation erneut erhoben, um die Ziele und Maßnahmen zu evaluieren und in einem erneuten Implementierungsgespräch anzupassen.

Anhand der erhobenen Daten wurden Berechnungen der Nährstoffkreisläufe, anhand einer Lebenszyklusanalyse (LCA) (nach Dourmad, et al., 2014), die Umweltwirkung (Treibhausgasemission in CO_2-eq, Eutrophierungs in PO_4-eq- und Versauerungspotenzial in SO_2-eq) der drei Haltungssysteme berechnet. Auswählte Ergebnisse werden hier vorgestellt. Aufgrund der gewählten Systemgrenzen zur Berechnung der LCA wurden 64 Produktionsketten (Geburt bis Schlachtung) analysiert.

Ergebnisse

In Europa haben sich in der Biologischen Schweinehaltung vor allem drei Haltungssysteme etabliert: Stallhaltung mit

Abbildung 1: **Stallhaltung mit Auslauf**

Abbildung 2: **Freilandhaltung**

Abbildung 3: **Tiergruppen oder Herde zeitweise im Freien - Teilweise Freilandhaltung**

betoniertem Auslauf, ganzjährige Freilandhaltung, wobei alle Tierkategorien über das ganze Jahr hinweg im Freiland gehalten werden, und die ‚teilweise Freilandhaltung‘, die dadurch gekennzeichnet ist, dass nur ein Teil der Tiere im Freien gehalten wird (z.B. ganze Herde nur im Sommer im Freiland oder nur tragende Sauen immer im Freiland).

Hinsichtlich **Treibhausgasemissionen (CO_2-eq)** unterscheiden sich die drei Haltungssysteme (Stall/Teilweise

Freiland/Freiland) nicht:

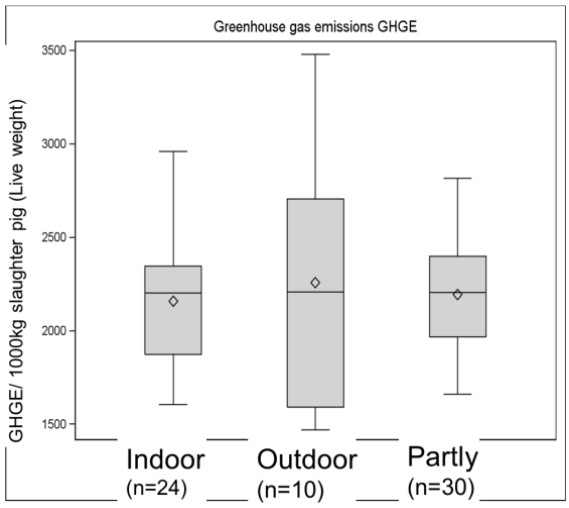


Abbildung 4: **Treibhausgasemissionen als C02-Äquivalente/100kg/Lebendgewicht bei Schlachtung der drei Haltungssysteme Stallhaltung („Indoor“, teilweise Freiland („Partly“) und Freiland („Outdoor“)**

Die teilweise Freilandhaltung hat im Vergleich zu reinen Stallhaltungsbetrieben ein signifikant geringeres **Versauerungspotenzial SO_2-eq** aufgrund der geringeren Menge an Emissionen, die durch Wirtschaftsdünger Ausbringung anfallen. Auch Freilandbetriebe haben ein geringeres Versauerungspotenzial als reine Stallhaltungsbetriebe, allerdings ist dieser Unterschied nicht statistisch signifikant, auch die höhere Futterverwertung im Mastbereich erhöht das Versauerungspotenzial der Freilandbetriebe.

Hinsichtlich **Eutrophierungspotenzial PO_4-eq** zeigen Freilandbetriebe wie erwartet höhere Werte als teilweise Freilandbetriebe und reine Stallhaltungsbetriebe, wobei der Unterschied zu den teilweisen Freilandbetrieben signifikant ist. Während der Freilandhaltung entsteht durch die Haltung der Tiere ein höherer Anteil an PO_4-eq, wiederum hat beispielsweise auch die höhere Futterverwertung im Mastbereich der Freilandbetriebe negative Auswirkungen.

Gleichzeitig besteht eine **große Variation der Umweltwirkung** innerhalb der Systeme, die nahe legt, dass das System nicht der entscheidende unterscheidende Faktor ist. Durch eine Clusteranalyse wurden Betriebe mit ähnlichen Umweltwirkungen in insgesamt 4 Cluster gruppiert, wobei. ein Cluster nur von zwei Betrieben gebildet und daher von der weiteren Analyse ausgeschlossen wurde. Die übrigen drei Cluster unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Umweltwirkung, wobei Cluster 2 die Betriebe mit der geringsten Umweltwirkung repräsentiert. Bei der weiteren Analyse der Unterscheidungsmerkmale, zeigte

Tabelle 1: **Signifikate Unterscheidungsmerkmale der drei Cluster (Cluster14: n=22; Cluster 2: N=21; Cluster 3: n=14).**

	Mast FCR (kg/kg)	Futtermittel/ Mastschwein (kg)	% Leguminosen/kg Lebensmasse-zuwachs (Mast)
Cluster 14	3.78b	380.65b	16.29b
Cluster 2	**2.86a**	**269.27a**	20.86ab
Cluster 3	3.72b	384.11b	25.98a

Cluster 2 eine signifikant bessere Futterverwertung und in Folge eine geringere Menge an verbrauchten Futtermittel pro produziertem Mastschwein. Bezüglich der Fütterung der Schweine war vor allem Optimierungsbedarf einiger Betriebe bezüglich der gezielten Eiweiß- bzw. Lysinversorgung von Mastschweinen gegeben, was z.B. durch eine verbesserte Phasenfütterung zu erzielen wäre.

Diskussion

Das Projekt ProPIG verfolgte einen ganzheitlichen Ansatz, indem verschiedene Bereiche wie Management von Weide und Auslauf, Krankheitsprävention, optimierte Fütterung und innovative interagierende Verbesserungsstrategien als Hilfsmittel für die Beratung verknüpft wurden.

Zudem konnten zum ersten Mal mit realen Werten für eine große Anzahl an Betrieben Umweltwirkungen berechnet werden, die vor allem aufgrund der großen Variation innerhalb der Systeme Optimierungspotential aufzeigen. Gleichzeitig ist auch interessant, dass das System „teilweise Freiland“ möglicherweise in Bereichen Vorteile gegenüber den beiden anderen Systemen aufweist und daher in Zukunft näher untersucht werden sollte.

Das Thema Fütterung ist sowohl für Tiergesundheit, -leistung und Umweltwirkung hoch relevant – insbesondere eine gute Futterverwertung ist besonders hervorzuheben.

Zur Wissensvermittlung an BioberaterInnen, Bio-Bäuerinnen und Bio-Bauern wurden zwei praxisnahe Instrumente entwickelt, welches die Verbesserung der Umweltauswirkungen („Environmental Decision Support Tool“) als Excel Tabelle und eine Zusammenfassung der erfolgreichen Strategien zur Verbesserung der Tiergesundheit aufzeigt („Handbuch für Bauern“).

Danksagungen

Die AutorInnen bedanken sich bei allen Bauern und Bäuerinnen für die Teilnahme, für die Finanzierung dieses Projektes bei den CORE Organic II Funding Bodies, Partner des FP7 ERA-Net Projekt, CORE Organic II (Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming systems, project no. 249667). Die AutorInnen sind allein für den Text verantwortlich, der nicht unbedingt die Meinung der Geldgeber widerspiegelt.

Literatur

DOURMAD, J. Y., RYSCHAWY, J., TROUSSON, T., BONNEAU, M., GONZÀLEZ, J., HOUWERS, H. W. J., HVIID, M., ZIMMER, C., NGUYEN, T. L. T. UND MORGENSEN, L., 2014: Evaluating environmental impacts of contrasting pig farming systems with life cycle assessment, Animal, doi:10.1017/S1751731114002134

FRÜH, B. , BOCHICCHIO, D., EDWARDS, S. HEGELUND, L., LEEB, C., SUNDRUM, A., WERNE, S., WIBERG, S. PRUNIER, A., 2013: Description of organic pig production in Europe. Organic Agriculture, 4 (2), 83-92.

LEEB, C., BERNADI, F., WINCKLER, C. (2010). Einführung und Monitoring von ‚BetriebsEntwicklungsPlänen (BEP) Tiergesundheit und Wohlbefinden‘ in österreichischen Bioschweinebetrieben. Endbericht zum Forschungsprojekt 100188. Eigenverlag, Wien, 119 Seiten

LEEB, C. (2011): ProPIG: Farm specific strategies to reduce environmental impact by improving health, welfare and nutrition of organic pigs. Laufzeit: 2011 - 2014. Leiter/in: Leeb, Dr. Christine, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU). http://orgprints.org/20408/2/20408.pdf

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 11 – 14
ISBN: 978-3-902849-12-0

ERA-NET CORE Organic II: Reduzierte Bodenbearbeitung und Gründünger für nachhaltige Anbausysteme im biologischen Landbau (Projekt TILMAN-ORG)

Andreas Surböck[1*], Michaela C. Theurl[1] und Andreas Kranzler[1]

Zusammenfassung

Im Projekt TILMAN-ORG arbeiteten WissenschaftlerInnen aus elf europäischen Ländern an der Weiterentwicklung des Einsatzes der reduzierten Bodenbearbeitung im biologischen Anbau. Aus Österreich wurden Erfahrungen zur reduzierten Bodenbearbeitung über einen sehr praxisnahen Zugang mittels Betriebsbefragungen und der Auswertung eines On Farm-Versuches in die gemeinsame Auswertung eingebracht. Hauptmotiv der befragten Betriebe für die Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung ist die Verbesserung der Bodenqualität. Als größte Probleme wurden das Beikrautaufkommen und die Ertragsstabilität genannt. Im Praxisversuch wurde eine sehr flache, nicht-wendende Bodenbearbeitung mit einem Grubber mit einem herkömmlichen Pflugeinsatz verglichen. Beim Winterweizen im Jahr 2012 gab es keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den Varianten, bei den Zuckerrüben im Jahr 2013 wurde ein signifikant höherer Ertrag der Pflugvariante festgestellt. Die Grubbervariante wies in beiden Jahren einen geringeren Energieverbrauch je Flächeneinheit auf. Die Beikrautdeckung vor der Ernte der Kulturen war in beiden Varianten gering. Der Grubbereinsatz führte zu einer höheren Beikrautdiversität mit mehr ausdauernden Arten.

Schlagwörter: Praxiserfahrung, Erträge, Beikräuter, Bodenqualität, Energieeinsatz

Summary

In the TILMAN-ORG project scientists from eleven European countries worked on the further development of the application of reduced tillage in organic farming. From Austria experiences to reduced tillage of a survey of farmers and an evaluation of an on-farm trial were brought in the common analysis. The main motivations for applying reduced tillage of the farmers surveyed are related to the soil preservation. The weed infestation and yield stability are the most important problems. With the on-farm trial a very shallow, non-inversion tillage with a chisel was compared with a conventional ploughing system. In winter wheat 2012, there were no significant yield differences between the systems. In sugar beet 2013 a significant higher yield of the ploughing system was found. The reduced tillage system showed lower energy consumption in both years. Before harvest, the weed cover was low in both systems. The reduced tillage system showed higher weed species richness with more perennials.

Keywords: practical experience, crop yields, weeds, soil quality, energy use

Einleitung

Die reduzierte Bodenbearbeitung, das heißt der Verzicht auf eine tiefe und intensive Lockerung des Bodens, weist verschiedene Vorteile auf. Die Bodenstruktur und das Bodenleben werden geschont, die Tragfähigkeit und der Wasserhaushalt des Bodens werden verbessert. Dank reduziertem Einsatz von Maschinen verringert sich der Dieselverbrauch. Diesen Vorteilen stehen im Biolandbau einige Herausforderungen gegenüber. So kann der Beikrautdruck, vor allem der Wurzelunkräuter, steigen und die Mineralisierung von Stickstoff im Frühjahr ungenügend sein.

Ziel des Projekts TILMAN-ORG war daher durch Optimierung der Systeme zur reduzierten Bodenbearbeitung in Verbindung mit dem gezielten Einsatz von Gründüngern die Erträge mittels Verbesserung der Nährstoffeffizienz und des Beikrautmanagements zu steigern, die Bodenqualität und die Biodiversität weiter zu fördern sowie die Treibhausgasemissionen zu verringern. Dazu arbeiteten 15 Forschungspartner aus 11 europäischen Ländern im Rahmen des Europäischen Forschungsnetzwerkes ERA-Net-Projekt Core Organic II über drei Jahre zusammen. Geleitet wurde das Projekt vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Schweiz.

Material und Methoden

Zur Identifizierung und Weiterentwicklung geeigneter Anbausysteme zur reduzierten Bodenbearbeitung wurde im Gesamtprojekt ein integrierter Ansatz verfolgt:

• Erhebung des Praxiswissens mittels Betriebsbefragungen sowie Auswertung bestehender Daten von Langzeitversuchen und der vorliegenden Literatur zur reduzierten Bodenbearbeitung

• Durchführung von weiteren Untersuchungen zu den Themen Bodenqualität, Treibhausgasemissionen, Beikräuter sowie Nährstoffversorgung und Ertragsentwicklung in den

[1] Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), A-1010 Wien
[*] Ansprechpartner: DI Andreas Surböck, andreas.surboeck@fibl.org

verschiedenen Bodenbearbeitungsversuchen der beteiligten Partner

• Entwicklung von optimierten und praxistauglichen Anbausystemen mittels Modellierungen auf Basis der Ergebnisse der oben genannten Erhebungen

Im österreichischen Projektteil wurden Betriebsbefragungen und Erhebungen in einem On Farm-Streifenversuch durchgeführt und die Ergebnisse in die gemeinsame Auswertung eingebracht:

Das Praxiswissen wurde im Frühjahr 2012 mittels eines Fragebogens mit drei Fragebereichen erhoben: allgemeine Angaben zum Betrieb und der Bewirtschaftung, Motive und mögliche Schwierigkeiten bei der Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung und Gründüngung sowie die konkrete Anwendung dieser Methoden bei einzelnen Kulturen.

Der Streifenversuch liegt auf einem biologisch bewirtschafteten Praxisbetrieb, Nähe Hollabrunn im Weinviertel in Niederösterreich. In diesem Versuch wird die reduzierte Bodenbearbeitung mit einem Grubber (nach dem System Wenz Eco-Dyn: sehr flache, ca. 5 bis 7 cm tiefe, nicht wendende Bodenbearbeitung) mit einer herkömmlichen Pflugvariante (wendend, ca. 25 cm Bearbeitungstiefe) an Hand einer Fruchtfolge verglichen.

Die Versuchsanlage erfolgte auf Eigeninitiative des Landwirtes mit den Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen im Herbst 2004. Die Fruchtfolge im Versuchsfeld von 2005 bis 2013 war: Zuckerrüben – Sommergerste (Zwischenfrucht) – Sonnenblumen (Untersaat) – Sommergerste – Luzerne – Luzerne – Luzerne – Winterweizen (Zwischenfrucht) – Zuckerrüben. Die langjährige mittlere Jahresniederschlagsmenge ist 500 mm, die langjährige mittlere Temperatur beträgt 8,8 °C. Der Bodentyp ist ein Tschernosem auf Löß mit der Bodenart schluffiger Lehm (14 % Sand, 60 % Schluff, 26 % Ton).

Der Versuch ist eine Streifenanlage mit einem Streifen je Versuchsvariante. Um eine statistische Auswertung (mittels t-Test bzw. U-Test, IBM SPSS Statistics 21) zu ermöglichen wurden in jedem Streifen fünf unechte Wiederholungen angelegt. Im April 2012 wurden Bodenproben in drei Tiefen (0-7 cm, 7-25 cm und 25-50 cm) gezogen und der Boden auf folgende Parameter untersucht: pH-Wert, Lagerungsdichte, organischer Kohlenstoff, Gesamtstickstoff und mikrobielle Biomasse.
In Winterweizen 2012, in der Zwischenfrucht 2012 (Gemenge aus Gelbsenf, Ölrettich und Buchweizen) und in Zuckerrüben 2013 wurde die Beikrautentwicklung (Dichte, Deckung, Biomasse, Diversität) untersucht sowie die Erträge erhoben. Mit den Bewirtschaftungs- und Ertragsdaten wurde über den Dieselverbrauch der Energieeinsatz der Bodenbearbeitungsvarianten berechnet.

Betriebsbefragung:

In Österreich konnten 16 Bio-Betriebe in die Betriebsbefragung eingebunden werden (11 aus Niederösterreich, 5 aus dem Burgenland und 3 aus Oberösterreich). Zum Zeitpunkt der Befragung wirtschafteten die Betriebe im Durchschnitt seit 13 Jahre biologisch und hatten im Durchschnitt 14 Jahre Erfahrung mit der reduzierten Bodenbearbeitung, wobei die Schwankungsbreite bei beiden Kennwerten hoch war. Der Haupterwerbszweig ist bei fast allen Betrieben der Ackerbau. Bezüglich der Bodenbearbeitungssysteme arbeitet ein Betrieb mit einem Dammkultursystem, 4 Betriebe setzen einen sehr flach arbeitenden Grubber nach dem System Wenz Eco-Dyn ein und 11 Betriebe führen ihre Bodenbearbeitung mit verschiedenen Grubbertypen durch.

Die Hauptmotive der befragten BetriebsleiterInnen für die Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung sind die Verbesserung der Bodenqualität (z.B. Erhöhung des Humusgehaltes oder Verbesserung der Bodenstruktur) und der Schutz des Bodens (z.B. Erosionsschutz). Senkung der Kosten oder Steigerung der Erträge werden als wichtig angesehen, liegen aber in der Gesamtreihung der Motive nur im mittleren bis hinteren Bereich.

Die Abbildung 1 zeigt die Reihung der Schwierigkeiten bzw. Herausforderungen der befragten Betriebe bei Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung. Die Hauptprobleme liegen in der Konkurrenz und Regulierung der aufkommenden Beikräuter sowie in der Ertragsstabilität. An vorderster Stelle stehen auch Bodenprobleme, wie die Verdichtung oder eine eingeschränkte Stickstoffnachlieferung. Als weniger problematisch wurde die Eignung der vorhandenen Maschinen für die reduzierte Bodenbearbeitung eingestuft.

Insgesamt wurden im Gesamtprojekt 159 Betriebe aus 10 Ländern interviewt. Auch bei der Gesamtauswertung zählte der Bodenschutz zu den Hauptmotiven und das Beikrautaufkommen und die Ertragsstabilität wurden unter anderen als die größten Herausforderungen genannt.

On Farm-Streifenversuch:

Bodenparameter: Bei der flachen Bearbeitung mit dem Grubber kam es zu einer deutlichen Anreicherung der Ge-

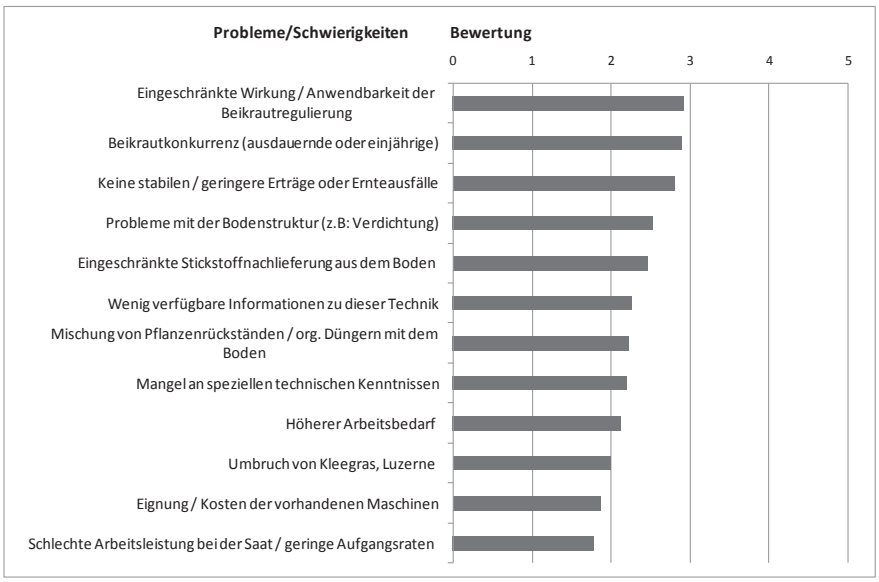


Abbildung 1: **Bedeutung der Schwierigkeiten der in Österreich befragten Betriebe (Mittelwert aus 16 Antworten) bei der Durchführung der reduzierten Bodenbearbeitung. 5-stufigige Skala von 1 ("Nicht wichtig") bis 5 ("Äußerst wichtig").**

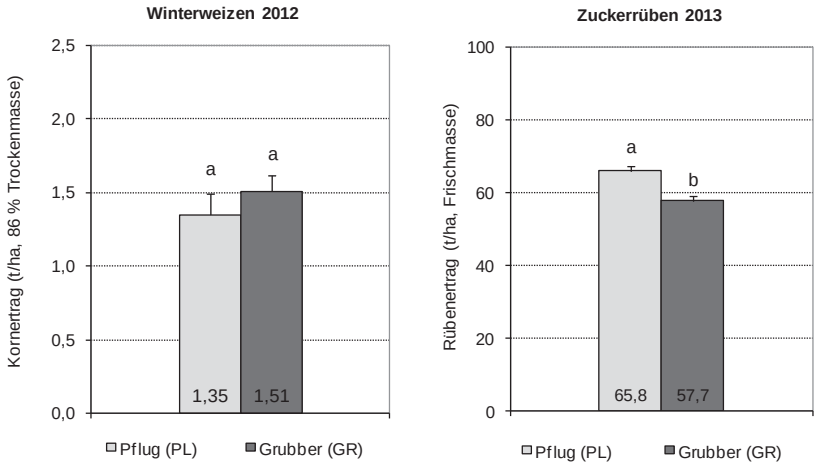


Abbildung 2: **Erträge von Winterweizen und Zuckerrüben in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsvariante. Standardfehler des Mittelwertes in Balken. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (t-Test, P < 0,05)**

halte an Gesamtstickstoff, organischem Kohlenstoff (C_{org}) und mikrobieller Biomasse in der obersten bearbeiteten Bodenschicht von 0 bis 7 cm, während die Gehalte beim Pflug aufgrund der tiefergehenden Bodenbearbeitung in den beiden obersten Bodenschichten (0 bis 7 und 7 bis 25 cm) fast ident waren. Im Vergleich der Varianten lagen die Gehalte dieser Parameter beim Grubbereinsatz in der Bodenschicht von 0 bis 7 cm signifikant mit Faktoren zwischen 1,3 und 2,2 über den Werten bei der Pflugbearbeitung. In den unteren Bodenschichten waren jedoch die Werte der Pflugvariante höher.

Die Bearbeitung mit dem Grubber führte zu einer dichteren Lagerung des Bodens in den zwei obersten Bodenschichten, vor allem die Schicht von 7 bis 25 cm wies mit einer Lagerungsdichte von 1,51 g/cm³ einen höheren Wert auf. Die Berechnung der Humusvorräte über den C_{org}-Gehalt, das Bodenvolumen und die Lagerungsdichte zeigte eine um 50 % höhere Humusmenge bis 7 cm Bodentiefe in der Grubbervariante. Im gesamten untersuchten Bodenhorizont (0 bis 50 cm) waren jedoch keine signifikanten Unterschiede im Humusvorrat zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten festzustellen.

Beikrautentwicklung: Im Frühjahr noch vor der ersten Beikrautregulierungsmaßnahme wurde in der Pflugvariante sowohl in Winterweizen als auch in Zuckerrüben eine fast doppelt so hohe Anzahl an Beikräutern im Vergleich zur Grubbervariante gezählt. Die Beikrautdeckung kurz vor der Ernte der Kulturen war in Winterweizen mit ca. 5 % und bei Zuckerrüben mit unter 0,5 % jeweils in beiden Varianten sehr gering. Große Unterschiede zwischen den Varianten gab es bei der Effizienz des Umbruchs der Winterweizenvorfrucht Luzerne. Beim Umbruch mit dem Grubber konnten viele Luzernepflanzen im Winterweizenbestand wieder anwachsen, während in der Pflugvariante praktisch keine Luzerne aufkam. Die Zwischenfrucht wies in beiden Varianten eine geringe Biomasseentwicklung und keine Unterschiede im Beikrautaufkommen auf. Deutliche Unterschiede gab ist in der Artenzusammensetzung der Beikräuter zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten mit einer höheren Beikrautdiversität in der Grubbervariante. Einerseits traten bei der reduzierten Bearbeitung mehr Beikrautarten auf. Andererseits war der Anteil der einzelnen Beikrautarten am Gesamtbeikrautaufkommen der Varianten unterschiedlich, mit einem höheren Anteil an ausdauernden Arten, wie z.B. Löwenzahn, bei der Grubberbearbeitung.

Erträge: Bei Winterweizen führte die ausgeprägte Trockenheit im Jahr 2012 zu starken Ertragsdepressionen in beiden Bodenbearbeitungsvarianten. In der Pflugvariante wurde nur ein Kornertrag von 1,35 t/ha erreicht. Der Kornertrag in der Grubbervariante war mit 1,51 t/ha um 12 % höher, der Unterschied war jedoch nicht signifikant (Abbildung 2). Aufgrund einer ausreichenden Wasser- und Nährstoffversorgung sowie einer effektiven Beikrautkontrolle konnten im Jahr 2013 in beiden Varianten relativ hohe Zuckerrübenerträge erzielt werden. Der Rübenertrag der Pflugvariante lag signifikant um 12 % über dem Ertrag der Grubbervariante.

Energieeinsatz: Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, dass die reduzierte Bearbeitungsvariante mit dem Grubber sowohl beim Winterweizen- als auch beim Zuckerrübenanbau weniger Energie je Flächeneinheit verbraucht als die Pflugvariante. Bei der Auswertung des Zuckerrübenanbaus wurden auch alle Arbeitsschritte der vorher angebauten Zwischenfrucht inkludiert. Über beide Kulturen gerechnet macht die Energieeinsparung 31 % aus. Da der Energieeinsatz mit den Treibhausgasemissionen korreliert, kam es bei der reduzierten Bearbeitung auch zu einem entsprechend geringeren Treibhausgasausstoß. Der höhere Energieverbrauch ist vor allem auf den Pflugeinsatz, aber auch auf die Saatbeetkombination zurückzuführen, die in der Grubbervariante nicht eingesetzt wurde.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Im On Farm-Versuch kam es durch die reduzierte Bodenbearbeitung mit dem Grubber zu einer deutlichen Anreicherung der organischen Substanz (Humus) in der obersten Bodenschicht. Über den gesamten Bodenhorizont (0 bis 50 cm) traten hingegen keine Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten auf. Dieses Ergebnis wird durch die Auswertung weiterer Versuche des TILMAN-ORG Projekts bestätigt.

Das geringe Beikrautaufkommen in beiden Bodenbear-

Tabelle 1: **Energieeinsatz bei Winterweizen und Zuckerrüben in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungsvariante.**

	Energieeinsatz (MJ/ha)		Energieeinsatz	Ertrag
Kultur, Anbaujahr	**Pflug (PL)**	**Grubber (GR)**	**Differenz in %***	**Differenz in %***
Winterweizen, 2012	2757	1636	-41	+12
Zuckerrüben, 2013	4915	3657	-26	-12

*relativ zum Energieeinsatz bzw. Ertrag der Pflugvariante (PL)

beitungsvarianten kurz vor Ernte der Kulturen wird auf die Trockenheit im Anbaujahr des Winterweizens, die effektive Beikrautregulierung in den Zuckerrüben und die Fruchtfolgestellung der beiden Kulturen nach mehrjähriger Luzerne mit ihrem hohen Beikrautunterdrückungsvermögen zurückgeführt. Auffällig waren die höheren Beikrautdichten in der Pflugvariante zu Beginn der Vegetationsperiode. Ein Grund dafür könnte die schnellere Erwärmung des Bodens im Frühjahr verbunden mit einer höheren Stickstoffmineralisierung sein, was die Keimung der Beikräuter gefördert hat. Einen Hinweis auf eine höhere Stickstoffmineralisierung durch die tiefere Bearbeitung und dadurch Durchlüftung des Bodens mit dem Pflug lieferte auch die höhere Bodendeckung des Weizens dieser Variante in der Bestockungsphase. Später konnte die Grubbervariante diesen Nachteil jedoch ausgleichen, da der Boden bei der reduzierten Bearbeitung eine bessere Wasserhaltefähigkeit aufwies. Bei den Zuckerrüben wurde die Ertragshöhe maßgeblich durch die in der Grubbervariante im Vergleich zur Pflugvariante um 14 % geringere Bestandesdichte beeinflusst.

Mit dem On Farm-Versuch wurden Hinweise auf eine erfolgreiche Umsetzung einer reduzierten Bodenbearbeitung in der Praxis des biologischen Anbaus erhalten. Als Vorteile zeigten sich ein geringerer Energieeinsatz und eine verbesserte Wasserversorgung, die auf dem trockenen Standort im Osten Österreichs besonders wichtig ist. Der positive Einfluss auf den Wasserhaushalt durch die reduzierte Bearbeitung wird auf die Steigerung der Wasserhaltefähigkeit aufgrund eines höheren Feinporenanteils (HANGEN et al. 2002) und auf eine höhere Wasserinfiltration (HAMPL 2003) zurückgeführt. Besonderer Beachtung bedarf die Stickstoffnachlieferung im Frühjahr, die wesentlichen Einfluss auf die Ertragshöhe haben kann. Eine mögliche Strategie für eine zeitlich auf den Pflanzenbedarf abgestimmte Erhöhung des Stickstoffangebots ist der gezielte Einsatz von Zwischenfrüchten (WITTWER et al. 2013). In Zusammenhang mit der Stickstoffnachlieferung sollte bei der sehr flachen Bodenbearbeitung auch die Lagerungsdichte des Bodens beobachtet werden. Bei Bedarf ist eine sorgsame Lockerung des Bodens unterhalb der Bearbeitungsschicht, bei entsprechend trockenen Bodenbedingungen und in Verbindung mit einer Lebendverbauung, zu empfehlen. Im Gegensatz zum On Farm-Versuch in Österreich zeigte die gemeinsame Auswertung mehrerer Versuche im Gesamtprojekt einen Trend zu einem höheren Beikrautaufkommen bei reduzierter Bearbeitung, was jedoch in den meisten Fällen keine Ertragsminderung zur Folge hatte.

Mit dem TILMAN-ORG Projekt konnten wichtige zusätzliche Erkenntnisse zu den Vorteilen und Herausforderungen bei der Anwendung der reduzierten Bodenbearbeitung und Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung dieses Bodenbearbeitungssystems gewonnen werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Christian Weinbub für die Betreuung des Feldversuchs und die gute Zusammenarbeit sowie bei den Betrieben für ihre Teilnahme an der Betriebsbefragung. Der österreichische Teil des TILMAN-ORG Projekts (www.tilman-org.net) wurde im Rahmen des europäischen ERA-Net-Projekts Core Organic II (www.coreorganic2.org) vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft finanziell gefördert.

Literatur

HAMPL, U., 2003: Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung: Ergebnisse nach sieben Jahren. In: B. Freyer (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Institut für Ökologischen Landbau der Universität für Bodenkultur, Wien, 455-456.

HANGEN, E., U. BUCZKO, O. BENS, J. BRUNOTTE, und R.F. HÜTTL, 2002: Infiltration patterns into two soils under conventional and conservation tillage: influence of the spatial distribution of plant root structures and soil animal activity. Soil & Tillage Research, 63, 181-186.

WITTWER, R., B. DORN, W. JOSSI, U. ZIHLMANN und M. VAN DER HEIJDEN, 2013: Zwischenfrüchte als wichtiges Puzzleteil für den pfluglosen ökologischen Landbau. In D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm und U. Köpke (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. – 8. März 2013, Verlag Dr. Köster, Berlin. 46-49.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 15 – 22
ISBN: 978-3-902849-12-0

Faktoren der Nährstoffverfügbarkeit im Boden des Dauergrünlandes

Andreas Bohner[1*]

Zusammenfassung

Von einer ressourcenschonenden und umweltverträglichen Grünlandbewirtschaftung wird erwartet, dass die Düngung den Nährstoffbedarf der Pflanzen deckt, gleichzeitig aber die Umwelt nicht belastet. Für die Optimierung von Düngemaßnahmen sind Kenntnisse über die Faktoren der Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden notwendig. Eine Beurteilung der Nährstoffverfügbarkeit ist nur möglich, wenn neben der Nährstoffmenge im durchwurzelten Boden auch die Freisetzungs- und Nachlieferungsgeschwindigkeit der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln berücksichtigt wird. Dabei spielen die Bodentemperatur, der Bodenwasserhaushalt, die Bodenstruktur und der Boden-pH-Wert eine entscheidende Rolle.

Schlagwörter: Bodentemperatur, Bodenwasserhaushalt, Bodenstruktur, Boden-pH-Wert, Pflanzenwurzeln

Summary

The aim of a resource-conserving and environment-friendly grassland management is that fertilisation meets the nutritional requirement of the vegetation without pollution of the environment. In order to optimize fertiliser application knowledge about factors influencing nutrient availability in grassland soils is necessary. An evaluation is possible only, if the amount of nutrients in the root zone, the rate of release from the available pool and the rate of transport via massflow and diffusion to plant roots are considered simultaneously. Thereby, soil temperature, soil moisture status, soil structure and soil pH play an important role.

Keywords: soil temperature, soil moisture status, soil structure, soil pH, plant roots

Einleitung

Die Düngung ist neben der Regulierung der Bodenwasserverhältnisse das wirksamste Mittel, um die Grünlanderträge zu erhöhen und die Futterqualität zu verbessern. Von einer ressourcenschonenden und umweltverträglichen Grünlandbewirtschaftung wird erwartet, dass die Düngung den Nährstoffbedarf der Pflanzen deckt, gleichzeitig aber die Umwelt (Atmosphäre, Pedosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre) nicht belastet. Für die Optimierung von Düngemaßnahmen sind daher Kenntnisse über die Faktoren der Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden notwendig. Die Thematik ist von großer praktischer Relevanz, denn davon hängen die Ausnutzbarkeit und Ertragswirksamkeit der Dünger ab. Die Nährstoffverfügbarkeit im Boden beeinflusst aber auch sehr wesentlich die Artenzusammensetzung der Vegetation und die Pflanzenartenvielfalt.

Diese Studie beruht auf eigenen Untersuchungen und auf einer umfangreichen Literaturrecherche. Sie erhebt nicht den Anspruch einer wissenschaftlichen Untersuchung mit dem Ziel neue Erkenntnisse zu gewinnen, sondern sie dient primär der Wissensvermittlung von der Forschung hin zur landwirtschaftlichen Praxis.

Nährstoffverfügbarkeit

Die Verfügbarkeit eines Nährelements im Grünlandboden hängt vom Intensitäts-, Kinetik-, Kapazitäts- und Quantitätsfaktor ab. Von der im Grünlandboden enthaltenen Gesamtmenge eines Nährelements (Vorrat im durchwurzelten Bodenraum, Quantitätsfaktor) ist meist nur ein sehr kleiner Teil kurzfristig pflanzenverfügbar. Für die Pflanzenernährung ist die Konzentration eines Nährelements in der Bodenlösung (Intensitätsfaktor) entscheidend, denn die Pflanzen nehmen die Nährelemente aus der Bodenlösung auf.

Die Nährstoffkonzentration in der Bodenlösung ist daher ein direktes Maß für den Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden. Zwischen der Konzentration eines Nährelementes in der Bodenlösung und der Aufnehmbarkeit dieses Nährelements durch die Pflanzen muss allerdings keine Beziehung bestehen. Auch die Relation zwischen den verschiedenen Nähr- und Schadelementen ist für die Nährstoffaufnahme von Bedeutung. So kann beispielsweise die Aufnahme von Magnesium durch einen Überschuss an Kalzium oder Kalium infolge Ionenkonkurrenz (Antagonismus) verringert werden. Ebenso erniedrigen Aluminium-, Eisen-, Mangan- und Zink-Ionen in stark versauerten Grünlandböden die Aufnahme von Kalzium und Magnesium. Somit ist eine ausgewogene Zusammensetzung der Bodenlösung mit Nährelementen für eine optimale Ernährung der Pflanzen notwendig.

Das Ertragspotenzial eines Standortes wird nur dann voll ausgeschöpft, wenn im Boden alle lebensnotwendigen Nährelemente in ausreichenden Mengen und in einem harmonischen Verhältnis pflanzenverfügbar sind. Ein hoher Kalium-Gehalt im Grünlandboden führt zu keinem hohen Ertrag, wenn den Pflanzen gleichzeitig zu wenig aufnehmbarer Stickstoff zur Verfügung steht. Ein einzelnes lebensnotwendiges Nährelement kann das Wachstum eines

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Umweltökologie, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Dr. Andreas Bohner, andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at

Pflanzenbestandes begrenzen, selbst wenn alle übrigen im Optimum sind (Gesetz des Minimums, Abbildung 1). In der Bodenlösung liegt meist nur ein sehr kleiner Teil der während einer Vegetationsperiode von den Pflanzen insgesamt benötigten Nährelemente vor. Deshalb hat der Kinetikfaktor für die Pflanzenernährung eine große Bedeutung. Man versteht darunter die Rate, mit der die Bodenlösung aus dem verfügbaren Nährstoffvorrat mittels Mineralisations-, Desorptions- und Auflösungsprozessen wieder aufgefüllt wird. Der Kapazitätsfaktor ist ein Maß für den verfügbaren Nährstoffvorrat im Boden. Die Pflanzenverfügbarkeit der Nährelemente im Grünlandboden und die Nährstoffaufnahme der Pflanzen werden in erster Linie von der Nährstoffkonzentration in der Bodenlösung, vom Bodenwassergehalt und von der Kapazität des Bodens zur Nährstoffnachlieferung (mobilisierbarer Nährstoffvorrat) beeinflusst. Generell ist die Nährstoffanlieferung zu den Pflanzenwurzeln und folglich die Verfügbarkeit umso größer, je höher der Wassergehalt im Boden und die Nährstoffkonzentration in der Bodenlösung sind. Durch Düngung kann die Nährstoffkonzentration in der Bodenlösung und somit die Nährstoffverfügbarkeit erhöht werden (Abbildung 2). Entscheidend für die Nährstoffverfügbarkeit ist aber auch die Durchwurzelung des Grünlandbodens.

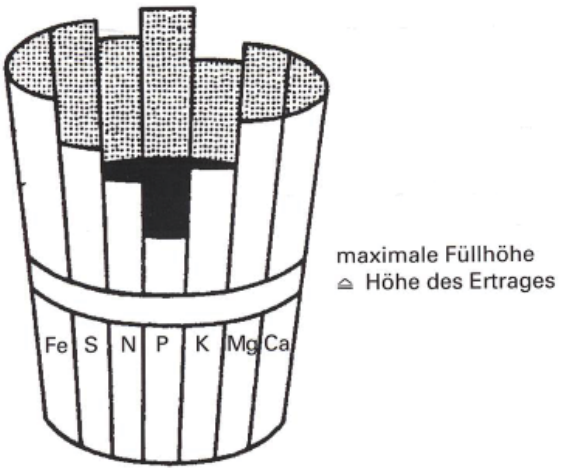


Abbildung 1: **Gesetz des Minimums (Quelle: Finck, 2007)**

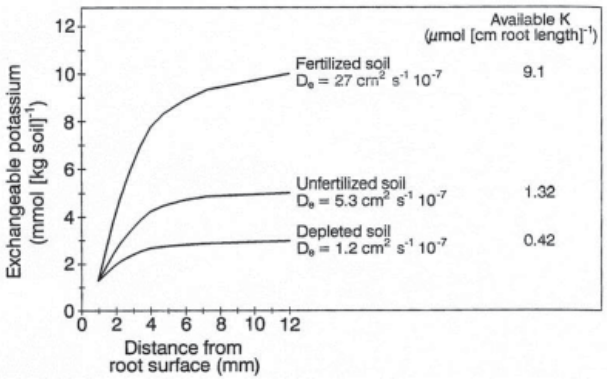


Abbildung 2: **Nährstoffkonzentration in der Bodenlösung (Quelle: Marschner, 1998)**

Bodenuntersuchung

Ziel der Bodenuntersuchung ist es, einen Überblick über den Nährstoffzustand der Grünlandböden zu bekommen. Auf der Basis von Bodenuntersuchungsergebnissen werden Düngeempfehlungen abgegeben, um die Bodenfruchtbarkeit zu steigern. Im Rahmen der routinemäßigen Bodenuntersuchung werden bei Grünlandböden die Proben aus der Tiefenstufe 0-10 cm gezogen. Die Bodenparameter, die zur Bewertung des Nährstoffzustandes herangezogen werden, sind hauptsächlich der pH-Wert sowie der Phosphor- und Kalium-Gehalt. Der Phosphor- und Kalium-Gehalt im Boden wird mit der Calcium-Acetat-Lactat-Methode (CAL-Methode) bestimmt. Mit der CAL-Methode (ÖNORM L 1087) wird annähernd der Kapazitätsfaktor ermittelt. Mit der Bestimmung wasserlöslicher Stoffe (ÖNORM L 1092) wird der Intensitätsfaktor und mit der Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehaltes (ÖNORM L 1095) der Quantitätsfaktor festgestellt. Die CAL-Methode liefert keine Informationen über den Intensitäts- und Kinetikfaktor. Daher können die ermittelten Phosphor- und Kalium-Gehalte nicht als „pflanzenverfügbar“ bezeichnet werden. Mittels chemischer Bodenanalyse kann lediglich der potenziell verfügbare Nährstoffgehalt im Boden bestimmt werden. Ob diese Nährstoffe auch tatsächlich pflanzenaufnehmbar sind, kann nicht festgestellt werden. Grünlandböden mit ähnlichen Kapazitätsfaktoren können verschiedene Kinetikfaktoren aufweisen. Unterschiedliche Pflanzenbestände und Futtererträge auf Grünlandböden mit gleichen Gehalten an CAL-löslichem Phosphor oder Kalium können daher das Ergebnis verschiedener Freisetzungs- und Nachlieferungsgeschwindigkeiten der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln sein. Die chemische Bodenanalyse liefert hauptsächlich einen Hinweis für die Kapazität eines Bodens den Pflanzen Nährstoffe zu liefern (chemische Verfügbarkeit), aber sie berücksichtigt nicht die Mobilität (räumliche Verfügbarkeit) der Nährstoffe im Boden. Daher reicht eine routinemäßige Bodenuntersuchung für die Charakterisierung der Nährstoffversorgung der Vegetation in der Regel nicht aus. Eine Beurteilung ist nur möglich, wenn neben den Nährstoffmengen im durchwurzelten Boden (Quantitäts- und Kapazitätsfaktor) auch die Freisetzungsgeschwindigkeit der Nährstoffe aus dem verfügbaren Vorrat (Kinetikfaktor) sowie die Transportrate zu den Pflanzenwurzeln berücksichtigt werden. Dabei spielen die Bodentemperatur, der Bodenwasserhaushalt, die Bodenstruktur und der Boden-pH-Wert eine entscheidende Rolle.

Bodentemperatur

Die Bodentemperatur ist ein entscheidender Standortsfaktor. Sie beeinflusst alle chemischen, biologischen und viele physikalische Prozesse im Grünlandboden und somit auch die Geschwindigkeit der Stoffkreisläufe im Grünlandökosystem. Die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzenwurzeln, der Wurzeltiefgang und das Pflanzenwachstum sind ebenfalls von der Bodentemperatur abhängig. Die biochemische Aktivität in Böden nimmt im Allgemeinen mit steigender Temperatur zu, wobei im Bereich zwischen 5 und 30°C eine Zunahme um 10°C die mikrobielle Aktivität um das 2 bis 3fache ansteigen lässt (Van´t Hoffsche Regel). Das Temperaturoptimum der meisten Bodenorganismen liegt zwischen 10 und 35°C. Bodenfrost führt bei vielen Lebewesen zum Erliegen ihrer Aktivität. Regenwürmer und Wirbeltiere suchen tiefere, frostfreie Horizonte auf. Für die Stickstoff-Mineralisation ist eine Bodentemperatur

von ca. 25°C optimal. Die Bodentemperatur beeinflusst die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden direkt über die Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Prozesse. Generell laufen chemische Prozesse bei hohen Temperaturen schneller ab als bei niedrigen. Die Bodentemperatur beeinflusst die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden vor allem indirekt über die Mikroorganismen- und Enzymaktivität. In Grünlandböden werden Stickstoff, Schwefel und Phosphor zum Großteil in der organischen Substanz des Bodens (Humus) gespeichert. Der organisch gebundene Stickstoff, Schwefel und Phosphor ist daher eine wesentliche potenzielle Quelle für die Grünlandvegetation. Durch mikrobiellen Abbau der organischen Substanz bzw. durch enzymatische Reaktionen werden diese Nährstoffe pflanzenverfügbar. Diese Prozesse (Mineralisation) sind von der Bodentemperatur und vom Bodenwassergehalt und somit von der Witterung abhängig. Eine warme und niederschlagreiche Witterung und die daraus resultierende hohe mikrobielle Aktivität im Grünlandboden begünstigen die Nährstofffreisetzung aus dem organisch gebundenen Nährstoffvorrat. Beispielsweise steigt im Temperaturbereich 10-25°C die Brutto-Nitrifikationsrate im Grünlandboden mit zunehmender Bodentemperatur an (Abbildung 3). In kühlen, niederschlagreichen Gebieten sind die niedrige Lufttemperatur und die kurze Vegetationsperiode ertragsbegrenzende Faktoren. Die Ungunst des Klimas kann nicht durch Bewirtschaftungsmaßnahmen kompensiert werden. Düngung und Nutzungsintensität müssen bei abnehmendem Ertragspotenzial reduziert werden.

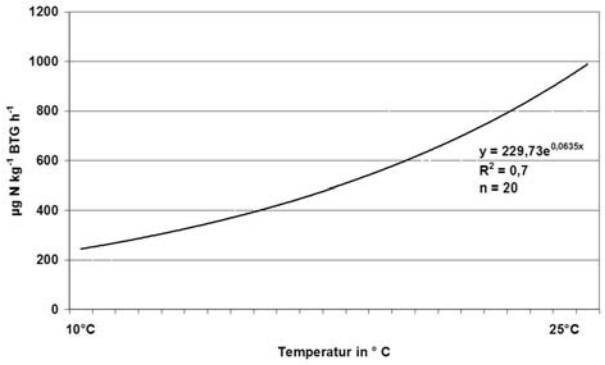


Abbildung 3: **Brutto-Nitrifikationsrate im Grünlandboden in Abhängigkeit von der Bodentemperatur**

Bodenwasserhaushalt

Der Bodenwasserhaushalt entscheidet wesentlich über die Bonität eines Grünlandstandortes. Er beeinflusst maßgeblich die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden; vor allem die Nährstoff-mobilisierende Leistung der Bodenmikroorganismen ist vom Wärme- und Wasserhaushalt des Standortes abhängig. Der Futterertrag der Grünlandflächen hängt entscheidend von der Wasserversorgung der Pflanzen während der Vegetationszeit ab.

Wassermangel bedeutet:

- niedrige Transportrate der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln
- gehemmte Nährstoffmineralisation im Grünlandboden infolge geringer mikrobieller Aktivität
- schlechtes Pflanzenwachstum und somit geringer Futterertrag.

Wasserüberschuss bedeutet:

- langsame und geringe Bodenerwärmung (niedrige Bodentemperatur)
- schlechte Bodendurchlüftung (Sauerstoffmangel und Anreicherung einiger bodenbürtiger Gase in phytotoxischen Konzentrationen)
- gehemmte Nährstoffaufnahme bei den meisten hochwertigen Grünlandpflanzen
- geringe Durchwurzelungstiefe (auf nassen Standorten)
- Humusanreicherung (Bildung von Anmoor-Humus oder Torf)
- gehemmte Nährstoffmineralisation im Grünlandboden infolge reduzierter biologischer Aktivität
- gasförmige Stickstoff-Verluste durch Denitrifikation, insbesondere auf wechselfeuchten Standorten (Abbildung 4)
- geringe Nitratbildung (Abbildungen 4 und 5)
- hohe Konzentration an Mangan, Eisen und Phosphor

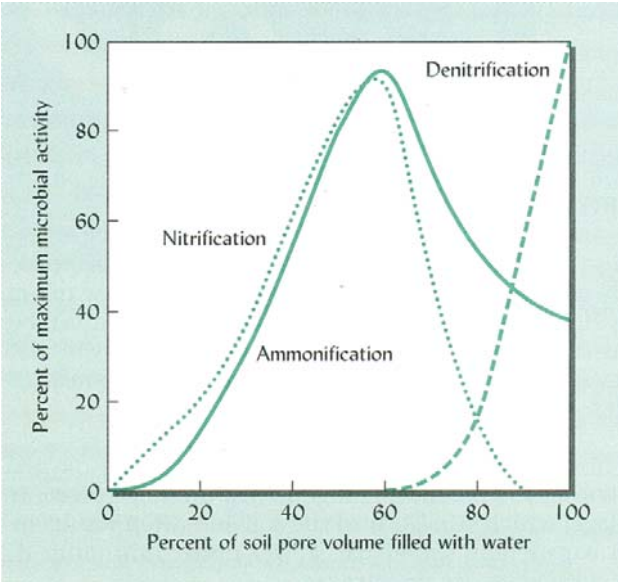


Abbildung 4: **Einfluss des Bodenwassergehaltes auf Ammonifikation, Nitrifikation und Denitrifikation (Quelle: Brady & Weil, 1999)**

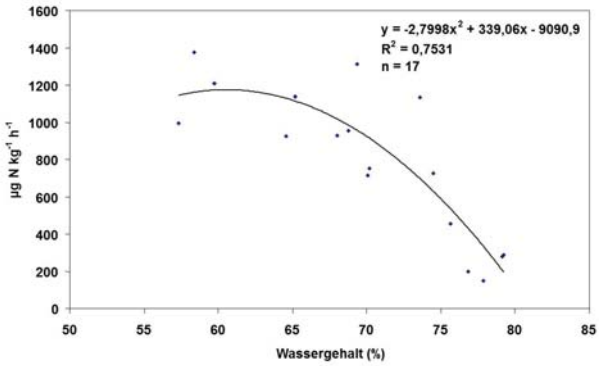


Abbildung 5: **Brutto-Nitrifikationsrate im Boden in Abhängigkeit vom Bodenwassergehalt**

- in der Bodenlösung, insbesondere in sauren Grünlandböden
- hohe Transportrate der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln
- schlechtes Pflanzenwachstum und somit geringer Futterertrag.

Bei ungünstigen Lebensbedingungen für Bodenorganismen (niedrige durchschnittliche Bodentemperatur, häufiger oder lang andauernder Wassermangel bzw. Wasserüberschuss) erfolgt eine langsame Mineralisierung der organischen Substanz im Grünlandboden. Dies führt auch zu einer geringen Nährstofffreisetzung aus dem organisch gebundenen Nährstoffvorrat.

Im Grünland können alle Wasserhaushaltsstufen von trocken bis nass angetroffen werden. Das Optimum liegt aus landwirtschaftlicher Sicht je nach Naturraum im Bereich frisch (kühle, niederschlagreiche Gebiete) bis feucht (warme, niederschlagarme Gebiete). Diese Standorte weisen – unter sonst gleichen Bedingungen – das höchste Ertragspotenzial auf. Frische bis feuchte, wärmebegünstigte Standorte können bei ausgewogener Düngung nachhaltig am intensivsten genutzt werden, weil hochwertige Futterpflanzen optimale Standortsbedingungen vorfinden. Die mehr oder weniger gleichmäßige Wasserversorgung während der Vegetationsperiode gewährleistet eine hohe Anlieferungsgeschwindigkeit der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln, bewirkt eine hohe Nährstoffaufnahme und ermöglicht dadurch hohe Ernteerträge bei bester Futterqualität. Auf halbtrockenen oder trockenen Standorten ist die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden bei vergleichbarer Düngung geringer als auf frischen oder feuchten Standorten, weil der Transport der Nährstoffe in und mit der Bodenlösung zu den Pflanzenwurzeln langsamer erfolgt. Trockenheit bedeutet nicht nur Wasser- sondern gleichzeitig auch Nährstoffmangel für die meisten hochwertigen Futterpflanzen. Trockene und halbtrockene Standorte liefern daher immer weniger Futter als frische oder feuchte Standorte. Auf nassen Standorten ist das Wachstum der meisten hochwertigen Futterpflanzen vor allem durch Sauerstoffmangel gehemmt; Ertrag und Futterqualität sind niedriger als auf frischen oder feuchten Standorten. Somit muss auf trockenen, halbtrockenen und nassen Standorten die Nutzungsintensität niedriger als auf frischen oder feuchten Standorten sein. Aus Naturschutzgründen sollte auf eine Düngung verzichtet werden.

Bodenstruktur

Die Bodenstruktur beeinflusst viele Bodenfaktoren wie beispielsweise:

- Wärme-, Wasser- und Lufthaushalt
- Lagerungsdichte, Porenvolumen, Porengrößenverteilung und Porenkontinuität
- Aufnahme, Speicherung und Versickerung von Niederschlags- und Schneeschmelzwasser
- Durchwurzelbarkeit
- Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit für Pflanzen und Bodenorganismen
- Aktivität der Bodenorganismen.

Die Struktur im Oberboden hat für die Nährstoffverfügbarkeit eine große Bedeutung. Sie kann durch Bewirtschaftungsmaßnahmen leicht verändert werden. Günstig ist eine krümelige Struktur, weil die Aufnahme, Speicherung und Versickerung von Niederschlags- und Schneeschmelzwasser, die Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit optimal sind (Abbildung 6). Davon profitieren Grünlandpflanzen und Bodenorganismen gleichermaßen. Die krümelige Struktur ist charakteristisch für einen gut durchwurzelten, intensiv belebten, nicht verdichteten Grünlandboden. Sie kommt vor allem im Oberboden von extensiv genutzten Grünlandflächen vor. Ungünstig ist eine dicht gelagerte, plattige Struktur. Die wichtigsten Gründe sind:

- erhöhte Gefahr einer pflanzenschädigenden Staunässebildung (Krumenpseudovergleyung)
- Hemmung des Wurzelwachstums bei einigen hochwertigen Grünlandpflanzen wegen Sauerstoffmangel, Kohlendioxidüberschuss und erhöhtem mechanischen Eindringwiderstand
- schlechte Ausnutzung der vorhandenen Wasser- und Nährstoffvorräte infolge geringer Durchwurzelbarkeit
- Hemmung der mikrobiellen Aktivität aufgrund von Sauerstoffmangel und zu weniger Hohlräume
- negative Veränderungen im Pflanzenbestand (Auftreten bzw. Zunahme von Zeigerpflanzen für Oberbodenverdichtung zu Lasten hochwertiger Grünlandpflanzen), Ertragsrückgang und Verschlechterung der Futterqualität
- erhöhte Gefahr von gasförmigen Stickstoff-Verlusten durch Denitrifikation
- in Hanglagen verstärkter Oberflächenabfluss von Regen- und Schneeschmelzwasser, somit erhöhte Gefahr der Abschwemmung von gedüngten Nährstoffen.

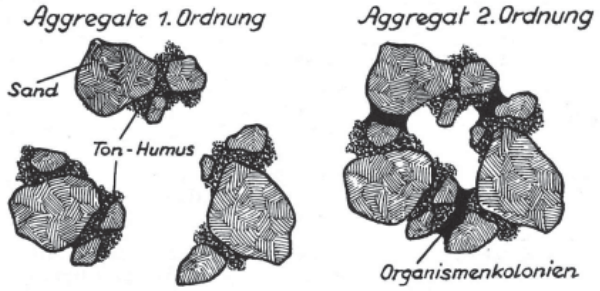


Abbildung 6: **Bauplan der Krümelstruktur (Quelle: Sekera, 1984)**

Die plattige Struktur ist generell umso ungünstiger, je größer, dichter und stärker verfestigt die Aggregate sind. Vor allem in kühlen, niederschlagreichen Gebieten oder Jahren ist eine dicht gelagerte, wasserstauende, plattige Struktur besonders ungünstig. Die plattige Struktur zeigt häufig eine Verdichtung des Oberbodens an. Eine Verdichtung entsteht im Grünlandboden vor allem in 5 bis 10 cm Bodentiefe. Ursachen sind das häufige Befahren der Grünlandfläche mit schweren landwirtschaftlichen Maschinen oder eine permanent hohe Trittbelastung. Die plattige Struktur im Oberboden ist daher charakteristisch für intensiv genutzte Grünlandflächen.

In stark verdichtete Bodenschichten können die Pflanzenwurzeln nicht oder nur sehr spärlich eindringen. Eine Bodenverdichtung verringert somit den durchwurzelbaren Bodenraum. Daher stellen Grünlandböden mit gutem

Strukturzustand ihre Nährstoffe den Pflanzen besser zur Verfügung als verdichtete Böden mit ungünstigen physikalischen Eigenschaften. Um eine günstige Krümelstruktur im Boden aufrecht zu erhalten bzw. wiederherzustellen, sollten Oberbodenverdichtungen durch ein zu häufiges Befahren mit schweren landwirtschaftlichen Maschinen oder eine zu intensive Beweidung vermieden werden.

Boden-pH-Wert

Der pH-Wert beeinflusst sehr wesentlich die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden. Er kontrolliert viele chemische Bodeneigenschaften, wie die Löslichkeit und Bioverfügbarkeit von Nähr- und Schadelementen sowie deren Speicherung und Verlagerung im Boden. Der pH-Wert kann im Hauptwurzelraum durch Bewirtschaftungsmaßnahmen leicht verändert werden. Der pH-Wert zeigt den Säuregrad des Bodens an. Ein neutraler Boden hat pH 7, in alkalischen Böden liegt der pH-Wert über 7 und in sauren Böden sind die pH-Werte kleiner als 7. Der pH-Wert (gemessen in einer $CaCl_2$-Lösung) variiert in den Grünlandböden in den obersten 10 cm zwischen 3.5 und 7.5. Er ist vor allem bei ungedüngten Grünlandböden im humusreichen Oberboden meist niedriger als im Unterboden. Der pH-Wert in der Rhizosphäre (unmittelbare Umgebung lebender Pflanzenwurzeln) kann sich erheblich von jenem des wurzelfernen Bodens unterscheiden. Der Säuregrad des Grünlandbodens ist sehr wesentlich vom Ausgangssubstrat der Bodenbildung und vom Klima abhängig. Wenn das Ausgangsmaterial der Bodenbildung karbonathaltig ist (insbesondere Kalkstein, Dolomit, Mergel), weisen die Grünlandböden meist eine schwach saure bis leicht alkalische Bodenreaktion auf und die Gefahr einer stärkeren Bodenversauerung ist gering. Die Bodenversauerung ist aus klimatischen Gründen ein natürlicher Prozess. Vor allem karbonatfreie Grünlandböden mit einem basenarmen Ausgangsgestein (z.B. Granit, Gneis, Sandstein, Quarzit) sind in kühlen, niederschlagreichen Gebieten besonders versauerungsgefährdet.

Ein abnehmender pH-Wert

- verbessert die Löslichkeit mineralischer Phosphor-Dünger (Hyperphosphat)
- beschleunigt die chemische Verwitterung der Minerale (dabei werden Nährelemente für Pflanzen und Bodenorganismen freigesetzt)
- verbessert die Löslichkeit und Bioverfügbarkeit der meisten Mikronährelemente (insbesondere Mangan, Zink, Eisen) im Grünlandboden (Pflanzen, die auf stark sauren Grünlandböden wachsen, weisen deshalb einen hohen Gehalt an Mangan und Zink auf)
- erhöht die Löslichkeit von Phosphor im Grünlandboden (stark saure Grünlandböden weisen im Oberboden oft hohe Gehalte an leicht verfügbarem Phosphor auf)
- erhöht die Löslichkeit von Schadelementen (z.B. Aluminium) und toxischen Schwermetallen (z.B. Cadmium, Blei) im Grünlandboden
- verringert die Fähigkeit des Grünlandbodens kationische Nährelemente (insbesondere Kalzium und Magnesium) in pflanzenverfügbarer Form im humusreichen Oberboden zu speichern (dies führt zu einer Nährstoffverarmung und zu höheren Auswaschungsverlusten nach einer übermäßigen Düngung)
- verengt das Kalzium : Kalium-Verhältnis im Grünlandboden
- bewirkt generell ein disharmonisches Nährstoffangebot für Pflanzen und Bodenorganismen (dies führt – je nach Nährelement – zu einem Mangel oder Überschuss in der pflanzlichen und tierischen Biomasse).

Ein zu hoher Karbonatgehalt im Grünlandboden und eine alkalische Bodenreaktion können

- zu einem selektiven Nährelementmangel bei den Grünlandpflanzen führen (z.B. Mangel an Kalium, Eisen, Mangan, Zink, Phosphor) und
- höhere gasförmige Stickstoff-Verluste durch Verflüchtigung von Ammoniak bewirken.

Der pH-Wert beeinflusst indirekt auch die Bodenstruktur. Eine schwach saure bis leicht alkalische Bodenreaktion begünstigt die Krümelbildung. Der pH-Wert hat auch für die Bodenorganismen und die mikrobielle Aktivität im Grünlandboden eine große Bedeutung. Regenwürmer und die meisten Bakterienarten im Boden bevorzugen eine schwach saure bis leicht alkalische Bodenreaktion. Nitrifizierende Bakterien beispielsweise sind sehr säureempfindlich. Daher wird in stark sauren Grünlandböden vergleichsweise weniger Nitrat-Stickstoff gebildet als bei schwach saurer bis alkalischer Bodenreaktion. Die Pilzarten hingegen ertragen auch niedrige Boden-pH-Werte. Pilze haben daher in sauren Grünlandböden eine große Bedeutung für die Humifizierung und Mineralisierung der organischen Substanz. Der pH-Wert beeinflusst auch die Artenzusammensetzung der Grünlandvegetation. Die Pflanzen haben unterschiedliche Ansprüche an den Säuregrad des Bodens. Die meisten hochwertigen Grünlandpflanzen bevorzugen eine schwach saure bis leicht alkalische Bodenreaktion. Sie können auf stark sauren Böden (pH $CaCl_2$: < 5.0) kaum noch wachsen, weshalb Ertrag und Futterqualität mit zunehmender Bodenversauerung sinken. Insbesondere Leguminosen und ihre Knöllchenbakterien meiden stark saure Grünlandböden, was wiederum zu einer reduzierten biologischen Stickstoff-Bindung führt.

Die beste Bioverfügbarkeit von Nährelementen ist bei einer schwach bis mäßig sauren Bodenreaktion gegeben. Der pH-Wert (gemessen in einer $CaCl_2$-Lösung) von Grünlandböden sollte daher im Hauptwurzelraum idealerweise zwischen 5.0 und 6.2 liegen. Nur Grünlandböden mit niedrigeren pH-Werten haben einen Kalkbedarf; eine Kalkdüngung oder die Zufuhr basenreicher Gesteinsmehle ist zu empfehlen.

Pflanzenwurzeln

Die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden wird erheblich von Pflanzenfaktoren wie beispielsweise Wurzelausscheidungen (mobilisieren Nährstoffe im wurzelnahen Boden), Wurzelwachstumsrate, Größe der aufnahmeaktiven Wurzeloberfläche oder Wurzellänge beeinflusst. Je größer die Wurzeldichte (Anzahl von Feinwurzeln pro m² Boden) im Grünlandboden ist, desto mehr Wasser und Nährstoffe können aus dem Boden aufgenommen werden. Durch eine große aufnahmeaktive Wurzeloberfläche erhöht sich die räumliche Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden, weil die Nährstoffe geringere Distanzen zu den Pflanzenwurzeln zurücklegen müssen (Abbildung 7). Nur durch ein ständiges und ungehindertes Wurzelwachstum werden die Wasser- und Nährstoffvorräte im Boden optimal ausgenutzt. Günstig

Abbildung 7: **Räumliche Nährstoffverfügbarkeit im Boden (Quelle: Brady & Weil, 1999)**

ist eine gleichmäßige und intensive Durchwurzelung des Grünlandbodens.

Die Durchwurzelungstiefe beträgt unter Dauergrünland im Durchschnitt etwa 60 cm. Ungefähr 80-90 % der Wurzelmasse befinden sich in den obersten 10 cm des Bodens. Daher wird der Großteil der Nährstoffe von den Pflanzenwurzeln aus dem Oberboden aufgenommen. Allerdings tragen auch die Nährstoffgehalte im durchwurzelten Unterboden zur Nährstoffversorgung der Grünlandpflanzen bei, insbesondere in niederschlagarmen Vegetationsperioden.

Die Pflanzenarten unterscheiden sich sehr in ihrem Wurzeltiefgang, in ihrer aufnahmeaktiven Wurzeloberfläche und in ihrem Nährstoff-Aneignungsvermögen. Das Wurzelsystem der Grünlandpflanzen ist in erster Linie erblich bedingt, wird in seiner Ausprägung aber auch wesentlich von den Bodeneigenschaften und von der Intensität der Grünlandbewirtschaftung beeinflusst. Gräser haben im Allgemeinen eine größere Wurzelmasse als Leguminosen und die Mehrzahl der Kräuter; sie durchwurzeln daher den Boden intensiver. Die Wurzelmasse und der Wurzeltiefgang sind bei Untergräsern in der Regel geringer als bei Obergräsern. Unter den wertvollen Futtergräsern erreichen insbesondere der Glatthafer, das Wiesen-Knaulgras und das Wiesen-Rispengras eine beachtliche Wurzeltiefe, im Gegensatz zum Gewöhnlichen Rispengras, das nur flach wurzelt. Generell fördern Trockenheit und Wärme das Tiefenwachstum der Wurzeln, während Nässe, Kälte, eine starke Bodenversauerung und eine geringe Bodenmächtigkeit (Flachgründigkeit) das Tiefenstreben der Wurzeln vermindern. Ein großer Wurzeltiefgang schützt die Pflanzen vor Wassermangel. Eine tiefreichende Durchwurzelung erhöht den Humusgehalt im Unterboden und vermindert die Nährstoffverluste durch Auswaschung mit dem Sickerwasser. Außerdem werden die Nährstoffvorräte im Unterboden besser ausgenutzt. Auch die Intensität der Grünlandbewirtschaftung beeinflusst die Wurzelmasse und räumliche Wurzelverteilung im Boden. Je häufiger eine Nutzung durch Mahd oder Beweidung erfolgt, desto geringer werden Wurzelmasse und Wurzeltiefgang. Die unterirdische Phytomasse nimmt dabei nicht gleichmäßig in allen Tiefen ab, sondern in tieferen Bodenschichten besonders stark. Vor allem bei intensiver Beweidung verringert sich die Wurzelmasse und sie verlagert sich noch stärker in die oberste Bodenschicht. Die Verminderung der Wurzelmasse und Durchwurzelungstiefe infolge intensiver Nutzung erfolgt primär durch Änderungen in der Pflanzenartenzusammensetzung im Grünlandbestand; flachwurzelnde Arten mit geringerer Wurzelmasse werden durch Nutzungsintensivierung in der Regel gefördert. Die Verminderung des Wurzelwachstums durch intensive Nutzung tritt aber auch bei Einzelpflanzen einer Art in Erscheinung. Die Düngung vermindert die Wurzelmasse in erster Linie durch Änderungen in der Artenzusammensetzung im Grünlandbestand. Generell haben Arten, die auf nährstoffarmen Böden wachsen (Magerkeitszeiger) eine größere Wurzelmasse als Arten von nährstoffreichen Böden (Nährstoffzeiger). Dies ist eine Anpassung an die Nährstoffarmut im Boden. Die Wurzeln bevorzugen für ihr Wachstum einen lockeren Boden, weil für ein ungehindertes Wurzelwachstum eine gute Durchlüftung des Bodens erforderlich ist. Die Wurzelmasse, Wurzellänge und Wurzeloberfläche werden in der Regel durch Bodenverdichtung reduziert. Die Verminderung des Wurzelwachstums in verdichteten Böden wird auf den erhöhten mechanischen Eindringwiderstand und auf den gehemmten Gasaustausch zurückgeführt.

Ein verdichteter, nährstoffreicher Grünlandboden fördert flachwurzelnde Pflanzenarten mit relativ geringer Wurzelmasse. Eine Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung bewirkt somit vor allem durch Änderungen in der Artenzusammensetzung des Pflanzenbestandes eine Verminderung der unterirdischen Phytomasse und gleichzeitig auch eine relativ stärkere Anreicherung in der Tiefenstufe 0-5 cm. Daraus resultiert eine ungleichmäßige Wurzelverteilung im Grünlandboden. Die Wasser- und Nährstoffvorräte im Unterboden werden dadurch nicht optimal ausgenutzt.

Auch Mykorrhizapilze erhöhen die räumliche Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden und verbessern damit die Nährstoffversorgung der Wirtspflanzen auf nährstoffarmen Böden.

Allerdings muss auch erwähnt werden, dass in Grünlandökosystemen eine größere Wurzelmasse und ein höherer Mykorrhizierungsgrad der Pflanzenwurzeln eine Nährstoffzufuhr mit Wirtschaftsdünger hinsichtlich Ertragssteigerung nicht ersetzen kann.

Praxisrelevante Schlussfolgerungen

Die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe im Grünlandboden und die Düngerwirkung hängen nicht allein vom Nährstoffgehalt des Bodens, sondern auch von zahlreichen anderen Bodeneigenschaften (insbesondere Bodentemperatur, Bodenwasserhaushalt, Bodenstruktur, pH-Wert, mikrobielle Aktivität, Durchwurzelbarkeit) und von Pflanzenfaktoren ab. Die Nährstoffverfügbarkeit im Grünlandboden und die Effizienz der Düngung können durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Düngung an den mengenmäßigen und zeitlichen Nährstoffbedarf der Vegetation anpassen
- auf eine richtige Wahl der Düngemittel achten (keine Düngung mit Gülle oder Jauche auf stark sauren Grünlandböden; keine Düngung mit Hyperphosphat auf karbonathaltigen, alkalischen Grünlandböden)
- Witterung, Bodenzustand und Geländeform bei der Ausbringung der Düngemittel beachten (keine Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche) in steilen Hanglagen, wenn ein Dauer- oder Starkregen zu erwarten ist; Unterhang-, Mulden- und Rinnenlagen

sowie Hangverebnungen und Hangfußbereiche sind natürliche Anreicherungsstandorte und haben somit einen geringeren Düngebedarf)

- auf günstige Verhältnisse der einzelnen Nährelemente im Grünlandboden achten (Überschuss an Kalium vermeiden)
- Düngung und Nutzungsintensität an den Standort und an den Pflanzenbestand anpassen
- Bodenverdichtung (Schadverdichtung) weitgehend vermeiden
- Erhaltung oder Schaffung einer ganzjährig geschlossenen, dichten Grasnarbe
- Aktivierung des Bodenlebens durch Zufuhr organischer Dünger (bewirkt eine erhöhte Nährstofffreisetzung durch positiven „priming effect“)
- Erhöhung des pH-Wertes im Hauptwurzelraum von stark versauerten Grünlandböden (pH $CaCl_2$: < 5.0) durch Kalkung oder Zufuhr basenreicher Gesteinsmehle
- Entwässerung feuchter oder nasser Standorte (Naturschutzaspekte berücksichtigen).

Der Nährstoffgehalt im Grünlandboden ist ein wichtiger, aber nicht der einzige ertragsbegrenzende Faktor. Für einen geringen oder sinkenden Grünlandertrag sind mehrere Ursachen möglich: niedriger mobilisierbarer Nährstoffvorrat und/oder geringe Freisetzungs- und Nachlieferungsrate der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln, Schadstoffe und/oder ungünstige Verhältnisse der einzelnen Nährelemente, geringe Durchwurzelung, niedrige Bodentemperatur, langandauernder Wasserüberschuss oder Wassermangel, stark verdichteter Oberboden, geringe Bodenmächtigkeit, geringer Feinbodenanteil sowie geringe Humusmenge. Diese Tatsachen sollten bei der Standortsbeurteilung und bei Düngeempfehlungen berücksichtigt werden. Der Grundsatz „Bodenfruchtbarkeit kommt nicht aus dem Düngersack“ hat nach wie vor Gültigkeit.

Literatur

BOHNER, A., A. BAUMGARTEN, G. KOVACS und R. ÖHLINGER, 2004: Einfluss der Düngung auf den P-Kreislauf in Grünlandökosystemen. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 70, 5-9.

BOHNER, A. und M. HERNDL, 2011: Einfluss einer Nutzungsintensivierung auf Wurzelmasse und Wurzelverteilung im Grünlandboden. 1. Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Wurzelforschung, 35-44.

BRADY, N.C. und R.R. WEIL, 1999: The nature and properties of soils. 12th edition, Prentice-Hall, 881 p.

FINCK, A., 1992: Dünger und Düngung. 2. Auflage, VCH Verlagsgesellschaft, 488 S.

FINCK, A., 2007: Pflanzenernährung und Düngung. 6. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 253 S.

FLOSSMANN, R. und D. RICHTER, 1982: Extraktionsmethode zur Charakterisierung der Kinetik der Freisetzung von P aus der festen Phase des Bodens in die Bodenlösung. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. 26, 703-709.

HELAL, H.M., 1991: Bodengefüge, Wurzelentwicklung und Wurzelfunktionen. Zeitschrift Pflanzenernährung, Bodenkunde 154, 403-407.

JUNGK, A., 1993: Die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe im Boden: chemische und räumliche Aspekte. In: Berichte über Landwirtschaft 207, SH 5, 70-84.

KLAPP, E., 1943: Über die Wurzelverbreitung der Grasnarbe bei verschiedener Nutzungsweise und Pflanzengesellschaft. Zeitschrift Pflanzenbau 19, 221-236.

KLAPP, E., 1951: Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden häufiger Mahd und Beweidung. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 93, 269-286.

KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. Parey Verlag, 620 S.

KMOCH, H.G., 1952: Über den Umfang und einige Gesetzmäßigkeiten der Wurzelmasseausbildung unter Grasnarben. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 95, 363-380.

KNAUER, N., 1968: Über die Abhängigkeit des lactatlöslichen Nährstoffgehaltes des Bodens von der Nährstoffanreicherung durch die Düngung. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 127, 89-102.

KNAUER, N., 1973: Bedeutung der Nährstoffdynamik im Boden für die Ermittlung des Nährstoffbedarfes von Grünland. Die Phosphorsäure 30, 27-43.

KULLMANN, A., 1957: Zur Intensität der Bodendurchwurzelung. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 103, 189-197.

LICHTENEGGER, E., 1997: Wurzeln. Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. Spezieller Teil. Stapfia 49, 55-331.

LICHTENEGGER, E., 1983: Wurzel- und Bodentyp als Ausdruck des Standortes. In: Böhm, W., L. Kutschera und E. Lichtenegger (Hrsg.), Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, 369-388.

MARSCHNER, H., 1998: Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 889 S.

MOHR, H.D., 1980: Einfluss der Bodeneigenschaften auf das Wurzelwachstum. Kali-Briefe 15, 305-316.

MENGEL, K., 1991: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. Auflage, Gustav Fischer Verlag, 466 S.

SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL (Begr.), 2002: Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 593 S.

SCHULZE, E. und H. Mues, 1961: Ertragsleistung, Pflanzenbestand und Bewurzelung einer Grasnarbe bei verschiedener Düngungsweise. Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau 112, 141-160.

SEKERA, M., 1984: Gesunder und kranker Boden. 5. Auflage, Stocker Verlag, 100 S.

STAHR, K., E. KANDELER, L. HERRMANN und T. STRECK, 2008: Bodenkunde und Standortlehre. Ulmer Verlag UTB, 318 S.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 23 – 26
ISBN: 978-3-902849-12-0

Hilft die Kalkdüngung Hahnenfussgewächse zurückzudrängen?

Olivier Huguenin-Elie[1*], Cornel J. Stutz[1], Rafael Gago[2] und Andreas Lüscher[1]

Zusammenfassung

Ein langjähriger Versuch zur Abklärung der Wirkung verschiedener Kalkdünger auf die Bestandesanteile von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen wurde durchgeführt. Standorte mit schwach sauren bis sauren Böden wurden ausgewählt, weil auf solchen Flächen sowohl intensiver Futterbau als auch der Scharfe Hahnenfuss häufig vorkommt. Auf allen drei Versuchsstandorten hat die Kalkdüngung eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes und der Calciumaustauschkapazität des Bodens bewirkt. Sie beeinflusste den Futterertrag nicht. Sowohl der Fries' Scharfe Hahnenfuss als auch der Kriechende Hahnenfuss wurden durch die Kalkdüngung nicht zurückgedrängt. Dieser fehlende Effekt zeigte sich an allen drei Standorten und über sieben Versuchsjahre. Wir schliessen daraus, dass die Kalkdüngung keine wirksame Massnahme zur Regulierung von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen auf schwach sauren bis sauren Böden ist.

Schlagwörter: Hahnenfuss, Ranunculus, Kalkung, Regulierung

Summary

The effect of different lime applications on the relative abundance of meadow buttercup (*Ranunculus acris* L. ssp. *friesianus* (Jord.) Syme) and creeping buttercup (*Ranunculus repens* L.) in intensively managed meadows was tested in a mid-term experiment. The sites selected for this experiment had a slightly acidic to acidic soil, because both intensive grassland management and meadow buttercup are widespread under such conditions. Liming increased the pH and calcium exchanged capacity of the soil at all three experimental sites. It did not influence biomass production. The relative abundance of both meadow buttercup and creeping buttercup was not reduced by liming. This was true for all three sites and for the seven experimental years. We conclude that liming is not an efficient measure to control the populations of meadow buttercup und creeping buttercup in intensively management meadows on slightly acidic to acidic soils.

Keywords: buttercup, Ranunculus, liming, lime application, weed control

Einleitung

Fries' Scharfer Hahnenfuss (*Ranunculus acris* L. ssp. *friesianus* (Jord.) Syme) und Kriechender Hahnenfuss (*Ranunculus repens* L.) sind sehr häufig in Fettwiesen und -weiden vom Tiefland bis ins untere Alpgebiet anzutreffen. Der Fries' Scharfe Hahnenfuss ist im Futterbau eine unerwünschte Pflanzenart, weil er frisch für die Nutztiere leicht toxisch ist und auf der Weide verschmäht wird. Die in der frischen Pflanze enthaltenen Giftstoffe können Entzündungen der Schleimhäute, Durchfall und Euterentzündungen verursachen (DIETL und JORQUERA, 2004). Bei der Heubereitung verliert er seine Giftigkeit, bleibt aber von geringem Futterwert (SCHUBIGER und SACHSE, 1992). Der Kriechende Hahnenfuss ist kaum giftig, ist aber wegen seines geringwertigen futterbaulichen Wertes in hohen Anteilen auch futterbaulich unerwünscht. Beide Arten kommen vor allem auf nährstoffreichen, sauren bis neutralen Böden vor (LANDOLT et al., 2010; Einstufung der Bodenreaktion nach BMLFUW, 2006). Die Ausbreitung dieser Arten wird durch eine sorgfältige Bewirtschaftung der Wiesen und Weiden gebremst: vorbeugend wirken die Förderung einer dichten Grasnarbe, Nachsaaten mit standortgemässen Futtergräsern, das Verhindern der Versamung etablierter Hahnenfuss-Pflanzen, sowie eine nur mässige Düngung (DIETL und LEHMANN, 2004; BURCHGRABER und GINDL, 2004). Weiter wird in der Landwirtschaft die Kalkdüngung als Hahnenfuss-zurückdrängende Massnahme diskutiert.

Unter unseren Klimabedingungen neigen die Böden zu einer langsam fortschreitenden Versauerung, dies auch unter Grünlandbewirtschaftung. Die Bodenreaktion und der Kalkzustand des Bodens sollten deshalb langfristig überwacht werden. Wenn im Grünland eine deutlich abnehmende Bodenreaktion und eine negative Entwicklung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes (zum Beispiel Rückgang des Kleeanteils) festgestellt werden, ist eine gezielte Aufkalkung ins Auge zu fassen. Zu beachten ist, dass die meisten futterbaulich wertvollen Wiesenpflanzen am besten bei schwach saurer Bodenreaktion gedeihen. Die Kalkdüngung, im Biolandbau, meist in Form von Calciumcarbonat (Kalkstein, $CaCO_3$) ohne oder mit Magnesiumcarbonat ($MgCO_3$), beeinflusst verschiedene chemische und biologische Prozesse im Boden und damit auch die Stabilität der Bodenaggregate. Dadurch beeinflusst sie nicht nur den pH-Wert und den Calciumgehalt des Bodens, sondern auch die Mineralisierung und die Pflanzenverfügbarkeit anderer Nährstoffe wie zum Beispiel

[1] Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften, INH, CH-8046 Zürich
[2] Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF, CH-8046 Zürich
[*] Ansprechpartner: Dr. Olivier Huguenin-Elie, olivier.huguenin@agroscope.admin.ch

dem Phosphor. Die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pflanzenarten der Wiesengesellschaft werden beeinflusst, was zu Veränderungen in der botanische Zusammensetzung des Grünlandes führen kann. Eine Kalkdüngung verändert so die botanische Zusammensetzung von Borstgrasrasen (an sauren Böden angepasste Wiesegesellschaften) deutlich (HEGG et al., 1992; SCHECHTNER, 1993; TENZ et al., 2010). Auf schwach sauren oder neutralen Böden ist die Wirkung der Kalkdüngung auf die botanische Zusammensetzung oft undeutlich (z.B. SCHECHTNER, 1993).
Weil die Kalkdüngung in der Landwirtschaft oft als Hilfsmittel gegen ein starkes Auftreten von Hahnenfussgewächsen angepriesen wird, wurde ein langjähriger Versuch zur Abklärung der Wirkung verschiedener Kalkdünger auf die Bestandesanteile von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen durchgeführt.

Material und Methode

Der Versuch wurde im Frühjahr 2007 auf intensiv bewirtschafteten Mähwiesen von zwei landwirtschaftlichen Betrieben der Alpennordflanke (Ricken SG, 800 m ü. M. und Herisau AR, 860 m ü. M.) und einem Betrieb des Schweizer Mittellandes (Wagen SG, 450 m ü. M) angelegt. Der Betrieb in Herisau wird nach den Richtlinien von Bio Suisse und die Betriebe in Ricken und Wagen nach denjenigen des ökologischen Leistungsnachweises bewirtschaftet. Ein paar Angaben über den Zustand der Wiesen zu Beginn des Versuches sind in der Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: **$pH_{(H2O)}$-Wert des Bodens, botanische Zusammensetzung und Jahresertrag am Anfang des Versuches in den drei untersuchten Wiesen.**

	pH-Wert des Bodens	Ertragsanteil (%)				Jahresertrag t TS/ha
		Gräser	Kleearten	Hahnenfuss	Andere Kräuter	
Herisau	5,2	65	4	16	15	8,5
Ricken	4,9	67	6	19	8	9,9
Wagen	6,0	52	15	8	25	12,2

Die zwei Grasarten mit dem höchsten Ertragsanteil waren das Englische Raigras (*Lolium perenne* L.) und das Gewöhnliche Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum* L.) in Herisau, der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis* L.) und das Englische Raigras in Ricken und das Englische Raigras und das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis* L.) in Wagen. In Ricken und Wagen wurden drei Kalkdünger, zwei Kalkdüngermengen und zwei Stickstoffdüngungsniveaus in vier Wiederholungen getestet. In Herisau waren es vier Kalkdünger und zwei Kalkdüngermengen. Zwischen den getesteten Kalkdüngern (Kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Magnesiumkalk, Industriekalk aus der Zuckerherstellung, Algenkalk + Dolomit) wurde kein Unterschied bezüglich Ertrag und Pflanzenbestand beobachtet, so dass die Ergebnisse in der vorliegenden Zusammenfassung nicht weiter nach Kalkdüngertyp differenziert werden. Für die Verfahren mit der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1), wurde die ausgebrachte Kalkmenge anhand der Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung des Bodens gemäss den Empfehlungen von FLISCH et al. (2009) für jeden Standort berechnet (zwischen 1 und 1,5 t CaO/ha). Die Verfahren mit der höheren Kalkdüngung (Ca2) bekamen doppelt so viel Kalkdünger. Die erste Kalkdüngung erfolgte im Jahr 2007 und eine zweite Kalkdüngung gleicher Menge wurde im 2010 verabreicht. In Ricken und Wagen wurden eine beziehungsweise zwei Stickstoffgaben pro Jahr in den Verfahren mit einer reduzierten Stickstoffdüngung ausgelassen. Die weiteren Stickstoffgaben wurden durch den Betriebsleiter mit Gülle ausgebracht, so dass die Verfahren mit der reduzierten Stickstoffdüngung (N1) ungefähr zwei Drittel der üblichen Stickstoffdüngung (N2) bekamen.

Ergebnisse

Auf allen drei Standorten hat die Kalkdüngung eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes und der Calciumaustauschkapazität des Bodens bewirkt, mit einem signifikanten Unterschied zwischen Ca1 und Ca2 in Herisau und Ricken (Tabelle 2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden, geschätzt durch die Extraktion mit CO2-gesättigtem Wasser, war tendenziell mit dem pH-Wert des Bodens positiv korreliert, so dass er tendenziell in Ca1 höher war als in Ca0 (Abbildung 1). Die Phosphorverfügbarkeit hat sich jedoch von Ca1 zu Ca2 nicht verbessert. Weiter hat die Düngung mit Magnesiumkalk und mit Algenkalk + Dolomit die Magnesiumverfügbarkeit im Boden erhöht (Daten nicht gezeigt).
In Herisau hat kein Kalkdüngungsverfahren zu einem statistisch signifikanten Ertragsunterschied gegenüber des Kontrollverfahrens (Ca0) geführt (Abbildung 2a), auch nach der zweiten Kalkdüngung im 2010 und sieben Versuchsjahren. Auch in Ricken und in Wagen zeigte die Kalkdüngung keinen Effekt auf den Futterertrag. Kombiniert über die beiden Standorte Ricken und Wagen konnte ein signifikanter Ertragsunterschied zwischen den zwei Stickstoffdüngungsniveaus beobachten werden. Die Ertragsreduktion in den Verfahren mit reduzierter Stickstoffdüngung betrug jedoch nur ungefähr 5% (Abbildung 2b).
Bis zum Schluss des Versuches im Jahr 2013 unterschieden sich die botanischen Zusammensetzungen der verschiedenen Verfahren nicht signifikant (Tabelle 3). Der Fries' Scharfe Hahnenfuss und der Kriechende Hahnenfuss wurden durch die Kalkdüngung auf keinem der drei Standorte zurückgedrängt. Auch der Kleeanteil blieb durch die Kalkdüngung unbeeinflusst.

Diskussion

Für diesen Versuch wurden bewusst keine Grenzstandorte mit stark saurem Boden ausgewählt, jedoch Vertreter von Standorten mit schwach saurem bis saurem Boden entsprechend der Einstufung der Bodenreaktion nach BMLFUW (2006), wo sowohl intensiver Futterbau als auch der Scharfe Hahnenfuss häufig vorkommt.

Am Anfang des Versuches war somit die Bodenreaktion nur in Ricken deutlich tiefer als der optimale Bereich für Futtergräser. In Herisau war sie nur leicht tiefer und in Wagen lag sie innerhalb des optimalen Bereiches (RIEDER, 1983). Die drei Wiesen hatten aber einen hohen Anteil an Fries' Scharfem Hahnenfuss und/oder Kriechendem Hahnenfuss (zwischen ca. 10 und 20% Ertragsanteil). Die Effekte der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1) auf den Boden waren deutlich und haben die Bodeneigenschaften (pH-Wert,

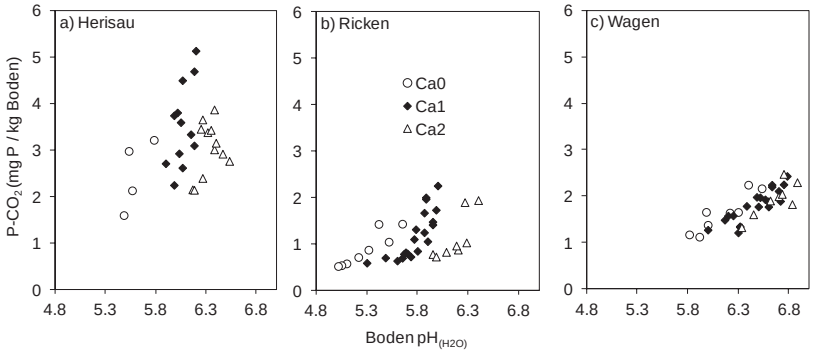


Abbildung 1: **Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden in Abhängigkeit des pH-Wertes des Bodens an den drei Standorten und in den drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1 und Ca2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden (P-CO_2) wurde nach Extraktion mit CO_2-gesättigtem Wasser geschätzt.**

Tabelle 2: **pH($_{H2O}$)-Wert (Mittelwert 2007-2012) und Calciumaustauschkapazität (KAK-Ca, Jahr 2009) des Bodens der drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1, Ca2) an den drei Standorten.**

	Herisau	Ricken	Wagen
	pH-Wert des Bodens		
Ca0	5,6 a	5,3 a	6,1 a
Ca1	6,1 b	5,8 b	6,5 b
Ca2	6,3 c	6,2 c	6,7 b
	KAK-Ca		
Ca0	8,9 a	6,4 a	7,3 a
Ca1	11,0 b	8,2 b	8,7 b
Ca2	12,3 c	9,9 c	9,7 b

Innerhalb einer Kolonne, Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA, p < 5%, für pH-Werte: wiederholte Messungen Herbst 2007-2012).

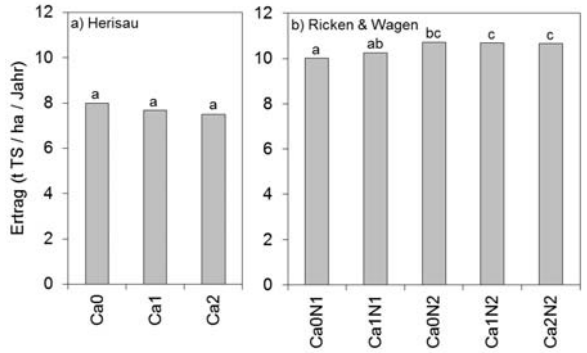


Abbildung 2: **Futterertrag a) in Herisau für die drei Kalkdüngungsniveaus und b) gemittelt für Ricken und Wagen für die drei Kalk- und die zwei Stickstoffdüngungsniveaus. Die gezeigten Werte sind die Mittelwerte der Jahre 2008 bis 2013. Die Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA, p < 5%, wiederholte Messungen 2008-2013).**

Gehalt an verfügbarem Phosphor) für die Futtergräser günstig beeinflusst.

Es ist interessant zu erkennen, dass die höhere Kalkdüngung (Ca2) die Phosphorverfügbarkeit gegenüber Ca1 nicht weiter verbesserte, obwohl die Bodenreaktion in Ca2 höher war als in Ca1 (Herisau und Ricken). Dies illustriert die Komplexität der Wirkung von Kalkapplikationen auf die Phosphorverfügbarkeit.

Die breite ökologische Nische von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss (LAUBER et al., 2012; LANDOLT et al., 2010) lässt vermuten, dass eine schnelle Reduktion der Bestandesanteile dieser Hahnenfussarten durch eine Verschiebung der Bodenreaktion nicht zu erreichen ist.

Die Entwicklung der Hahnenfussanteile wurde deshalb während sieben Jahren verfolgt. Sowohl der Fries' Scharfe Hahnenfuss als auch der Kriechende Hahnenfuss wurden in dieser Versuchsreihe durch die Kalkdüngung nicht zurückgedrängt. Dieser fehlende Effekt zeigte sich an allen drei Standorten, sogar nach sieben Versuchsjahren und auch bei reduzierter Stickstoffdüngung, obwohl die Kalkeffekte auf den Boden deutlich waren und hohe Kalkmengen auf die Ca2-Verfahren ausgebracht wurden. Weil eine Kalkdüngung die Mineralisierung im Boden stärken kann (z.B. WHEELER at al., 1997) und der Fries' Scharfe Hahnenfuss durch eine hohe Stickstoffverfügbarkeit gefördert werden kann (DIETL und LEHMANN, 2004), wurde bei zwei Standorten die Stickstoffdüngung in gewissen Verfahren reduziert. Der Futterertrag dieser Verfahrensgruppe (Ca1N1) war tendenziell leicht tiefer (nicht statistisch signifikant) als der Ertrag des Verfahrens mit voller Stickstoffgabe aber ohne Kalkdüngung (Ca0N2). Dies deutet darauf hin, dass die Stickstoffverfügbarkeit im Ca1N1 nicht höher war als im Ca0N2. Aber auch mit einer reduzierten Stickstoffdüngung konnte keine Wirkung der Kalkung auf den Ertragsanteil des Hahnenfusses beobachtet werden.

Wir schliessen daraus, dass die Kalkdüngung keine wirksame Massnahme zur Regulierung von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen auf schwach sauren bis sauren Böden ist.

Tabelle 3: **Ertragsanteile (%) von Hahnenfuss (Fries' Scharfer Hahnenfuss und Kriechender Hahnenfuss), Gräsern, Kleearten, sowie anderen Kräutern in Herisau in den drei Kalkdüngungsniveaus und in Ricken und Wagen in den drei Kalk- und den zwei Stickstoffdüngungsniveaus. Die angegebenen Werte sind die Mittelwerte der Jahre 2009 bis 2013 ± Standardfehler des Mittelwertes (SFM).**

Standort	Verfahren	Hahnenfuss	Gräser	Klee	Andere Kräuter
Herisau	Ca0	22	50	4	24
	Ca1	19	51	5	25
	Ca2	19	50	4	27
	SFM	±0,9	±1,1	±0,3	±1,5
Ricken	Ca0N1	10	65	11	14
	Ca1N1	13	65	9	14
	Ca0N2	11	66	11	13
	Ca1N2	12	67	9	13
	Ca2N2	12	65	9	15
	SFM	±1,0	±1,3	±0,7	±1,1
Wagen	Ca0N1	14	56	11	19
	Ca1N1	14	56	10	20
	Ca0N2	11	60	12	18
	Ca1N2	11	58	12	19
	Ca2N2	14	56	11	19
	SFM	±2,2	±1,8	±1,0	±1,6

Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kam auch KOBLET (1946) nach Feldversuchen und Erhebungen auf landwirtschaftlichen Betrieben.

Literatur

BMLFUW, 2006. Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BURCHGRABER K. und GINDL G., 2004. Zeitgemässe Grünland-Bewirtschaftung. 2. Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz.

DIETL W. und JORQUERA M., 2004. Wiesen- und Alpenpflanzen. 2. Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.

DIETL W. und LEHMANN J., 2004. Ökologischer Wiesenbau. Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.

FLISCH R., SINAJ S., CHARLES R. und RICHNER W., 2009. GRUDAF 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 16 (2), 1-97.

HEGG O., FELLER U., DAHLER W. und SCHERRER C., 1992. Long-term influence of fertilization in a Nardetum; Phytosociology of the pasture and nutrient contents in leaves. Vegetation 103, 151-158.

KOBLET R., 1946. Über das Auftreten und die Bekämpfung des scharfen Hahnenfusses in ostschweizerischen Dauerwiesen. Eidgenössische landwirtschaftliche Versuchsanstalt.

LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SchWEINGRUBER F.H., THEURILLAT J.-P., URMI E., VUST M. und WOHLGEMUTH T., 2010. Flora indicativa; Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag, Bern.

LAUBER K., WAGNER G. und GYGAX A., 2012. Flora Helvetica. 5. Auflage, Haupt Verlag, Bern.

RIEDER J., 1983. Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft mgH, München.

SCHECHTNER G., 1993. Wirksamkeit der Kalkdüngung auf Grünland. Die Bodenkultur 44, 135-152.

SCHUBIGER F.X. und SACHSE J., 1992. Bewertung des Kriechenden und des Scharfen Hahnenfusses als Futterpflanze. Landwirtschaft Schweiz 5 (11/12): 589-592

TENZ R., ELMER R., HUGUENIN-ELIE O. und LÜSCHER A., 2010. Auswirkungen der Düngung auf einen Borstgrasrasen. Agrarforschung Schweiz 1 (5), 176-183.

WHEELER D.M., EDMEADES D.C. und MORTON J.D., 1997. Effect of lime on yield, N fixation, and plant N uptake from the soil by pasture on 3 contrasting trials in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 40, 397-408.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 27 – 36
ISBN: 978-3-902849-12-0

Wirtschaftsdünger im Bio-Grünland - effizient lagern und ausbringen!

Walter Starz[1*], Rupert Pfister[1] und Hannes Rohrer[1]

Zusammenfassung

Die Düngung nimmt in der Biologischen Landwirtschaft eine bedeutende Stellung ein. Ebenso ist die Behandlung der Wirtschaftsdünger eng mit der Entwicklung der Biologischen Landwirtschaft verbunden. Eine der häufigsten Behandlungsformen war und ist die Beimengung von Urgesteinsmehl zu festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Gülle, Mist und Kompost von Milchvieh in 9 Varianten auf einem neu angesätem Dauergrünlandbestand angewendet. Im Rahmen einer randomisierten Blockanlage in 4-facher Wiederholung sollte der Einfluss der Düngerausbringungszeiten sowie die Behandlung mit Urgesteinsmehl getestet werden. Von jeder Wirtschaftsdüngerkomponente gab es 3 Varianten (2 Ausbringungstermine, 3-4 Ausbringungstermine und 3-4 Ausbringungstermine + Urgesteinsmehl). Die Düngermengen wurden aufgrund der Anfallsmengen bei einem Besatz von 1,2 GVE/ha unter Berücksichtigung der mengenmäßigen Lagerungsverluste (jeweils bei Gülle, Mist und Kompost) kalkuliert.

Im Pflanzenbestand konnten keine Unterschiede zwischen den Wirtschaftsdüngerarten festgestellt werden. Die ausgebrachte Stickstoff-Düngermenge, bei einem Tierbesatz von 1,2 GVE/ha, erreichte bei Gülle 122 kg N/ha, bei Mist 101 kg N/ha und bei Kompost 76 kg N/ha. Den höchsten Mengenertrag von 11.162 kg TM/ha lieferte die Variante mit den zu vier Terminen ausgebrachten Gülle. Der Zusatz von Steinmehl in den Wirtschaftsdüngern zeigte, weder in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes noch in den Erträgen einen Effekt.

Schlagwörter: Gülle, Kompost, Mist, Biologische Landwirtschaft, Steinmehl

Summary

Fertilizing takes an important position in organic farming. As well treatment of the manure is closely associated with the development of organic farming. One of the most common forms of farm fertilizer treatment was and is the admixture of rock flour.

In this study slurry, manure and compost from dairy cattle were used in 9 variations on a newly sown meadow. In a randomized block design in four replications, the influence of fertilizer application times and the treatment with rock flour were tested. From each farm fertilizer 3 variants (2 applications, 3-4 applications and 3-4 application + rock flour) were used. The amount of farm fertilizer was calculated by 1.2 LU ha^{-1} considering quantity storage losses (slurry, manure and compost).

No differences in botanical composition between used organic farm fertilisers were found. The fertilised nitrogen level, at a stocking rate of 1.2 LU ha^{-1}, achieved with slurry 122 kg N ha^{-1}, with manure 101 kg N ha^{-1} and 76 kg compost N ha^{-1}. The highest dry matter yield of 11,162 kg DM ha^{-1} was measured in the variant with four time slurry fertilisation. The addition of rock flour to the manure showed no effect, neither in the botanical composition nor in the harvested yields.

Keywords: slurry, compost, manure, organic farming, rock flour

Einleitung und Problemstellung

Die Wirtschaftsdünger sind die wichtigsten Düngerstoffe die ein Dauergrünlandbetrieb zur Verfügung hat. Österreichische Bio-Betriebe haben im Schnitt einen Viehbesatz von 1,3 GVE (BMLFUW 2013) je ha. Dies verdeutlicht, dass Wirtschaftsdünger am Bio-Betrieb nicht im Überfluss vorhanden sind. Daher ist ein überlegter Umgang bei Lagerung und Ausbringung notwendig.

Das Düngerverständnis in der Biologischen Landwirtschat beruht nicht ausschließlich auf einer hauptsächlichen direkten Pflanzenernährung mit leicht löslichen mineralischen Stoffen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Aktivierung des Bodens mit den wirtschaftseigenen Düngern gelegt. Dieses Verständnis steht nicht im Gegensatz zur Mineraltheorie sondern ergänzt diese und legt eine erweiterte Sicht darauf (Hermann und Plakolm, 1991). Darüber hinaus geht es auch um Fragen der Effizienz. Die Biologische Landwirtschaft versucht dabei die anfallenden Düngerstoffe optimal einzusetzen damit möglichst geringe Dünger von außen zugekauft werden müssen. Eine zentrale Rolle nehmen dabei der Boden und seine Prozesse ein. Gerade das System Boden-Pflanze-Düngung bildet den Hauptbaustein des Kreislaufprinzips der Biologischen Landwirtschaft.

Die Bodenforschung kennt heute viele wichtige Prozesse an denen die organische Substanz maßgeblich beteiligt ist. So ist beispielsweise die Bodenfauna, neben den Pflanzenwurzeln, der zentrale Schlüssel bei der Bildung des Krümelgefüges (Gisi et al., 1997) und damit der Struktur-

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiverstität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

bildung im Boden. Dabei beträgt der gesamte Anteil der organischen Substanz z.B. im Grünlandboden lediglich 7 Volums-% und davon haben die Bodenfauna und –flora einen durchschnittlichen Anteil von 5 Gewichts-% (Schroeder, 1992). Doch diese wenigen Prozentpunkte sind es die eine Lebendverbauung bewirken, aktiv organische Stoffe um- und aufbauen und mit den Pflanzenwurzeln direkt in Interaktion (z.B. Wurzelknöllchen oder Mykorrhiza) treten (Gisi et al., 1997). Ein weiterer wichtiger Schlüsselmechanismus im Boden ist die Interaktion zwischen den Pflanzenwurzeln und dem Bodenleben. So zeigt sich in Böden mit geringen Gehalten an mineralischem Stickstoff und gleichzeitig hohen Mengen an Kohlenstoffverbindungen, als Resultate von Wurzelausscheidungen, eine hohe Aktivität der Mikroorganismen (Friedel, 2008). Durch das aktive Ausscheiden von Stoffen durch die Wurzel werden Bodenorganismen gezielt angelockt (Gisi et al., 1997), die wiederum durch Um- und Aufbauaktivitäten Stoffe bilden, die von den Wurzeln aufgenommen werden.

Die heute klassische Methode der Düngung beruht auf einem Bilanzansatz, der die Grundsätze der Liebigschen Mineraltheorie berücksichtigt. Hierbei werden die Nährstoffe, die die Pflanze der Bodenlösung entzogen hat durch die Düngung ersetzt. Somit stehen die leicht löslichen Nährstoffe in der Bodenlösung im chemischen Gleichgewicht mit den Nährstoffen, die an Austauschoberflächen im Boden haften (Friedel, 2008). Diese Sichtweise der Mineraltheorie relativierte sogar Liebig im Laufe seines Lebens und betonte auch die Bedeutung des Bodens als Nährstofflager und –lieferant, sowie die Vollwertigkeit der organischen Düngung.

Das Düngerkonzept in der Biologische Landwirtschaft wird wesentlich durch das Kreislaufprinzip geprägt, was ein zirkulieren von Nährstoffen am eigenen Betrieb bedeutet (Friedel, 2008). Bei der Düngung in der Biologischen Landwirtschaft steht die Fütterung der Bodenlebewesen im Vordergrund. Daraus ergibt sich das Konzept hauptsächlich organisch wirksame Dünger zu verwenden, die bodenverträglich aufbereitet und gelagert sowie in mehrmaligen kleinen Mengen ausgebracht werden. Dieses Düngerkonzept stellt keinen Gegensatz sondern ist als eine erweiterte Betrachtung zur Liebigschen Mineraltheorie zu sehen. Trotzdem müssen Werte der Standardbodenanalyse und davon abgeleitete Düngerempfehlungen kritisch betrachtet werden, da die zu Grunde gelegten Grenzwerte aus gedüngten Hochertragssystemen entwickelt wurden (Paulsen, et al., 2009). Solche Höchsterträge können in der Biologischen Landwirtschaft kaum bis nicht erreicht werden und sind auch schwer mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft vereinbar. Das Bewirtschaftungsziel in der Biologischen Landwirtschaft ist die Erreichung des für den jeweiligen Standort optimalen Ertrages.

Eine seit den Anfängen der Biologischen Landwirtschaft häufig angewendete Form der Wirtschaftsdüngeraufbereitung ist die Behandlung mit Urgesteinsmehl. In der Biologischen Landwirtschaft wird unter Urgesteinsmehl eine Substanz verstanden, die aus einem silikatischem Gestein gewonnen wurde. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Basalt oder Diabas (Gottschall, 1992). Urgesteinsmehl wird sehr fein vermahlen und besitzt dadurch eine sehr hohe Oberfläche. Bei Basalt kann durch die feine Vermahlung eine innere Oberfläche von ca. 8.000 m²/kg und bei Lava von ca. 46.000 m²/kg entstehen. Dem Urgesteinsmehl werden folgende Eigenschaften zugeschrieben (Hermann und Plakolm, 1991):

- Rotte fördernd
- Ammoniak- und Geruchsbindung
- Spurenelementlieferant
- Bodenstruktur verbessernd
- Leguminosen fördernd

Zur Wirksamkeit des Urgesteinsmehls gibt es gegensätzliche Versuchsergebnisse. Daher kann einmal eine kurzfristige Wirkung fast ausgeschlossen werden (Gottschall, 1992). Es gibt Untersuchungen (Sachse, 1927) die z.B. die Kaliumaufnahmen in Pflanzen aus Urgesteinsmehl zeigen konnten und wieder andere die keine bis kaum Effekte durch das Urgesteinsmehl sahen (Sayedahmed, 1993, Schechtner, 1993). Die Wirkungsweise des Urgesteinsmehls dürfte wesentlich durch die Bodenart beeinflusst werden. Sandige Böden besitzen kaum Tonminerale wodurch die Effekte des Urgesteinsmehl auf solchen Böden sicherlich größer sind als auf ohnehin Tonmineralreichen lehmigen oder tonigen Böden (Hermann und Plakolm, 1991).

Für diesen Versuch (Laufzeit 2008-2012) wurden folgende Forschungsfragen definiert:

- Verändert sich der Grünlandpflanzenbestand beim Einsatz unterschiedlicher Wirtschaftsdüngerformen, Ausbringzeitpunkte oder Behandlungen?
- Wie wirkt sich die Düngerform, unterschiedliche Ausbringungstermine sowie eine Behandlung mit Urgesteinsmehl für die Erträge und Qualitäten der Wiese aus?

Die Untersuchung sollte unterschiedliche Düngungsmethoden bewerten und daraus Konsequenzen für eine Verbesserung im Wirtschaftsdüngermanagement für die Praxis bewerten und ableiten.

Material und Methoden

Standort

Der Versuch wurde auf einer Dauergrünlandfläche am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels von 2008-2012 durchgeführt. Die Versuchsfläche wies folgende Standorteigenschaften auf:

- Breite 47° 30‘ 52,48“ N, Länge: 14° 03‘ 50,35“ E;
- 740 m Seehöhe,

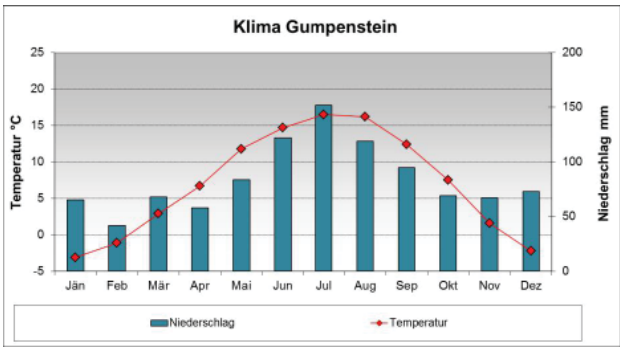


Abbildung 1: **Langjähriges Mittel (1971-2000) des Klimas**

Tabelle 1: **Zusammensetzung der Saatgutmischung**

Art	Lat. Name	Sorte/Herkunft	Fl.%	Gew.%
Knaulgras	*Dactylis glomerata*	Tandem/A	10	7,9
Timothe	*Phleum pratense*	Tiller/NL	10	7,9
Wiesenfuchsschwanz	*Alopecurus pratensis*	Gulda/A	4	4,7
Goldhafer	*Trisetum flavescens*	Gunther/A	5	3,9
Englisches Raygras	*Lolium perenne*	Guru/A	10	9,8
Wiesenrispengras	*Poa pratensis*	50% Monopoly/NL	15	17,7
		50% Lato/D	10	11,8
Rotschwingel	*Festuca rubra rubra*	Echo/DK	12	14,2
Kammgras	*Cynos urus cristatus*	Crystal/A	8	9,4
Hornklee	*Lotus corniculatus*	Oberhaunstädter/D	5	3,9
Weißklee	*Trifolium repens*	Klondike/DK	8	6,3
Wiesenrotklee/Schneeklee	*Tripolium pratense ssp. nivale*	Ökotyp/A	3	2,4
Kräuter (Zusatz von 1 kg der Mischung)				
Spitzwegerich	*Plantago lanceolata*	Ökotyp/A		15
Kümmel	*Carum carvi*	Ökotyp/A		10
Kleine Bibernelle	*Pimpinella saxifraga*	Ökotyp/A		10
Rauher Löwenzahn	*Leontodon hispidus*	Ökotyp/A		10
Wiesenpippau	*Crepis biennis*	Ökotyp/A		5
Wilde Möhre	*Daucus carota*	Ökotyp/A		20
Wiesensalbei	*Salvia pratensis*	Ökotyp/A		20
Wiesenmargerite	*Leucanthemum vulgare*	Ökotyp/A		10
Aussaatmenge: 27,4 kg/ha				

Tabelle 2: **Bezeichnung der 9 Varianten im Versuch**

Variante	Behandlung
Variante 1	Gülle 2 Gaben
Variante 2	Gülle 4 Gaben
Variante 3	Gülle 4 Gaben + Steinmehl
Variante 4	Mist 2 Gaben
Variante 5	Mist 3 Gaben
Variante 6	Mist 3 Gaben + Steinmehl
Variante 7	Kompost 2 Gaben
Variante 8	Kompost 4 Gaben
Variante 9	Kompost 4 Gaben + Steinmehl

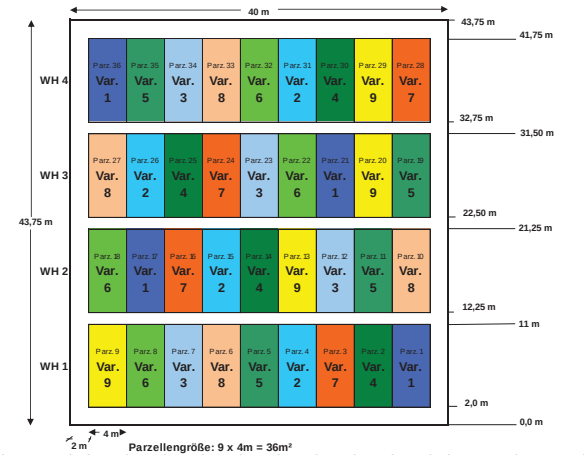


Abbildung 2: **Darstellung der 2-faktorielle, randomisierte Blockanlage sowie die einzelnen Parzellen und Varianten**

- 7 °C ø Temperatur,
- 1014 mm ø Jahresniederschlag;
- 132 Frost- (< 0 °C) und 44 Sommertage (≥ 25 °C)

Der Bodentyp der Versuchsfläche ist ein Braunlehm von mittlerer Gründigkeit. Der pH-Wert des Bodens liegt bei durchschnittlich 6,5, der Humusgehalt bei 10,5 % und der Tongehalt bei 11,4 %.

Versuchsdesign

Die Versuchsfläche wurde im Spätsommer 2006 mit dem Pflug umgebrochen und danach das Saatbett mit der Kreiselegge fein vorbereitet. Als Saatmethode wurde eine Übersaat als Breitsaat mit anschließendem anwalzen des Saatgutes mittels Kontaktwalze durchgeführt. Für die Übersaat wurde eine eigene Saatgutmischung zusammengestellt (siehe Tabelle 1).

2007 wurde die gesamte Fläche einheitliche bewirtschaftet und drei Schnitte durchgeführt. Nach jedem Schnitt wurden 15 m³ Gülle gedüngt. Damit sollte eine einheitliche Ausgangssituation geschaffen werden und die Neuansaat sollte sich ein Jahr lang gut entwickeln können, bevor mit dem Versuch und der Einteilung der Parzellen begonnen wurde.

Der Versuch wurde als 2-faktorielle, randomisierte Blockanlage angelegt. Dabei bildete die Düngerform (Gülle, Rottemist und Mistkompost) einen Faktor und die Behandlung bzw. Ausbringungshäufigkeit (2 Ausbringtermine = Faktor **schlecht**, 3-4 Ausbringtermine = Faktor **gut** und 3-4 Ausbringtermine + Zugabe von Steinmehl aus Diabas = Faktor **Steinmehl)** den zweiten Faktor (siehe Abbildung 2 und Tabelle 2).

Pflanzenbestand und LAI

Für den Versuch wurde eine Neuanlage gewählt, damit mögliche Veränderungen im Pflanzenbestand beobachtet werden können. Ebenso wurde eine Kräutermischung (siehe Tabelle 1) zugesetzt, damit von Beginn an ein einheitlicher Kräuterbesatz vorherrscht und nicht größere Kräutermengen aus dem Samenvorrat des Bodens unkontrolliert auflaufen.

Die Entwicklung der Pflanzenbestände wurde zum ersten Schnitt in den Jahren 2008, 2010 und 2014 mit Hilfe der Flächenprozentschätzung dokumentiert. Es wurde dafür die wahre Deckung (Schechtner, 1957) erhoben. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird.

Der Blattflächenindex bzw. LAI (leaf area index) beschreibt eine Verhältniszahl zwischen der Einstrahlung der Sonne über dem Bestand und jener Einstrahlung auf den Sonden-Messpunkten. Beispielsweise bedeutet ein LAI von 1, dass 1 m² Bodenoberfläche genau von 1 m² Blattmasse bedeckt wird. Vor den Schnitten wurde die Messung des LAI mit dem Gerät AccuPAR LP-80 in drei Bestandeshöhen (0, 10 und 20 cm) vorgenommen.

Düngung und Nährstoffbilanzierung

Für diese Untersuchung wurde ein durchschnittlicher Österreichischer Bio-Betrieb mit einem Tierbesatz von 1,2 GVE/ha (durchschnittlicher Viehbesatz auf Bio-Betrieben im Jahr der Versuchsplanung 2007) angenommen. Daraus

wurde die vorhandene Düngermenge für einen Betrieb mit Gülle, Festmist oder Mistkompost berechnet. Die dafür kalkulierten Düngeranfallsmengen wurden dem Tabellenwerk der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (BMLFUW, 2006) entnommen. Die Basis für die Berechnung legten die Tiergruppe Milchkühe (6.000 kg Milch) mit 11,8 m³ Gülle und 9,85 m³ Mist (Mittelwert aus Mist und Tiefstallmist, da der verwendete Mist strohreich war) je Stallplatz und 6 Monate. Nun wurden die Werte auf ein Jahr und einem Besatz von 1,2 GVE/ha hochgerechnet. Bei der Gülle wurde der Wert verdoppelt, da eine 1:1 mit Wasser Verdünnung verwendet wurde und beim Mist wurde ein Trockenmassewert von 22 % unterstellt (siehe Tabelle 3). Die Substanzverluste der Wirtschaftsdünger wurden aus vorangegangenen Untersuchungen (Buchgraber und Resch, 1996, Pöllinger, 2004) herangezogen. In einem weiteren Schritt wurde unterstellt, dass einmal die Wirtschaftsdünger zu mehreren Zeitpunkten in der Vegetationsperiode ausgebracht wurden und in einem anderen Fall zu lediglich 2 Zeitpunkten. Wie die berechneten Dünger aufgeteilt wurden zeigt Tabelle 4. Die Gülle wurde im Winter in Behälter abgefüllt und über den Sommer schattig und kühl gestellt. Für die Behandlungsvariante wurde ein Urgesteinsmehl aus Diabas verwendet und 30 kg/m³ in die Gülle eingerührt. Der Mist wurde nach dem Ausmisten (definierte Sammlung im Milchviehstall bei 28 Tieren auf 120 m² und 400 kg Stroh über 4 Tage pro Miete) in 4 Mieten aufgesetzt. 2 Mieten wurden während der Mistsammlung mit 80 kg Urgesteinsmehl (fein vermahlender Diabas) versetzt. Die Kompostmieten wurden 4-5 Mal mit einem Kompostwender, vor der erstmaligen Düngung, umgesetzt.

Für jede der 9 Varianten wurde eine Bilanz für die Hauptnährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) errechnet. Dabei wurden die Entzüge aus den drei Schnitten den zugeführten Düngermengen gegenübergestellt und die Bilanzen für die drei Hauptnährstoffe errechnet.

Erträge und Inhaltstoffe

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 3-schnittige 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 wurde der restliche Teil der Probe schonend bei 50 °C schonend getrocknet. Danach wurde das Dürrfutter gemahlen und zur weiteren Bearbeitung an das chemische Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein weitergeleitet. Hier wurden eine Weender Analyse sowie die Untersuchung der Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformeln (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

Tabelle 3: **Errechnete Düngermengen je nach verwendetem Düngersystem**

bei 1,2 GVE	Gülle 1:1 verdünnt in m³/Jahr	Stallmist in kg TM/Jahr	Mistkompost in kg TM/Jahr
Düngeranfall	56,6	6241	6241
Lagerungsverluste	2,2%	33,3%	42,1%
nach Abzug Verluste	55,4	4163	3614

Tabelle 4: **Aufteilung der Düngermengen zu den einzelnen Terminen**

Variante	Dünger	Einheit	Frühling	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
1	Gülle		30	0	0	25,4
2	Gülle	m³/ha	12	15	15	13,4
3	Gülle		12	15	15	13,4
4	Mist		1388	0	0	2775
5	Mist	kg TM/ha	1041	1041	0	2081
6	Mist		1041	1041	0	2081
7	Kompost		1205	0	0	2409
8	Kompost	kg TM/ha	903	903	903	904
9	Kompost		903	903	903	904

Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Düngerform, Ausbringhäufigkeit bzw. Behandlung, Versuchsjahr sowie die Wechselwirkungen; bei der Auswertung der 3 Schnittzeitpunkte bildete der Termin einen weiteren Faktor, als random wurden die Wiederholung und die Spalten des Versuche sowie bei der Auswertung der Termine zusätzlich noch die Wechselwirkung der beiden angenommen) auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$.

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden als 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.

Ergebnisse und Diskussion

Wetter

Im Versuchszeitraum lagen die Jahresniederschläge im langjährigen Mittel. Lediglich in den Jahren 2009 und 2012 wurden Niederschlagssummen über dem Mittel gemessen (siehe Tabelle 5).

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, teilweise deutlich, über dem langjährigen Mittel für den Standort.

Pflanzenbestand und LAI

Die Auswertung der Bonitur des Pflanzenbestandes im Jahr 2014 sollte mögliche Veränderungen des Pflanzenbestandes darstellen. Da alle Varianten gleich oft und immer zum selben Zeitpunkt geschnitten wurden wäre eine Veränderung in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes ein Ergebnis der unterschiedlichen Wirtschaftsdüngeraten (Gülle, Kompost, Mist). Wie aus Tabelle 6 ersichtlich konnten keine Unterschiede zwischen den verwendeten Wirtschaftsdüngern beobachtet werden. In einer weiteren

Tabelle 5: **Jahres-Niederschläge und Niederschläge während der Vegetationszeit sowie die jährliche Durchschnittstemperatur in den Versuchsjahren.**

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

Versuch des Bio-Instituts (Angeringer et al., 2011) wurde die Entwicklung von Pflanzenbeständen, bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und bei Gülle- und Mistdüngug, dokumentiert. In diesem Versuch konnten ebenfalls keine Einflüsse durch die Wirtschaftsdüngerart festgestellt werden, sehr wohl aber bei der Nutzungsintensität. Die Anzahl der Nutzungen im Dauergrünland dürfte somit den weitaus größeren Einfluss auf mögliche Veränderungen haben.

Da zwischen den Varianten keine Unterschiede festgestellt wurden zeigt Abbildung 3 die Veränderung über die Jahre. Bei Neuansaaten treten in den ersten Jahren nach der Saat natürliche Sukzessionsprozesse stark in Erscheinung. Dieser Prozess ist auch bei Nachsaaten in lückigen Beständen feststellbar und trat auch in anderen Untersuchungen auf (Graiss et al., 2008).

Deutlich erkennbar ist die Zunahme von Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) im Jahr 2010. Jedoch gingen die Anteile mit den Jahren wieder zurück. 2014 konnten nur mehr 10 Flächenprozent festgestellt werden. Dasselbe Bild zeigte auch der Goldhafer (*Trisetum flavescens*). Auch die restlichen Grasarten wie Knaulgras (*Dactylis glomerata*) Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*), Kammgras (*Cynosurus cristatus*) und Wiesenlischgras (*Phleum pratense*). Diese Grasarten kommen langfristig mit den 3-Schnitten nicht gut zurecht, da eine natürliche Versamung zum ersten Aufwuchs nicht mehr möglich ist. Der erste Schnitt erfolgt weit vor der Samenreife dieser Grasarten. Stark zugenommen hat das Englische Raygras (*Lolium perenne*) und erreichte mit 30 Flächenprozent sehr hohe Anteile für einen Standort knapp unter 800 m Seehöhe.

Der Winter 2013/2014 war sehr mild und es gab kaum Schnee. Diese Bedingung war für das Englische Raygras sehr günstig, da ein Schneeschimmelbefall keine Gefahr darstellte. Leicht zugenommen hat auch die Gemeine Rispe (*Poa trivialis*). Dieses oberflächlich dahin kriechende und verfilzende Gras stellt mit 10 % noch kein größeres Problem dar, muss aber im Auge behalten werden, wenn wichtige Grasarten weiter zurückgehen. Gerade die Entwicklung vom Englischen Raygras muss beobachtet werden, da ein Winter mit einer langen geschlossenen Schneedecke den Anteil sehr stark reduzieren könnte.

In Abbildung 3 zeigt sich ebenfalls ein gleichmäßiger Besatz an Weißklee (*Trifolium repens*). Dagegen nahmen die restlichen Leuminosen sehr stark ab. Rotklee (*Trifolium prantese*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) waren in der Einsaatmischung enthalten und konnten sich zu Beginn gut entwickeln. Für beide Arten ist eine 3-Schnittnutzung zu viel und daher verlieren sie an Bedeutung.

Unauffällig verhielten sich die Kräuter in diesem Versuch. Der vielfach als Problempflanze des Bio-Dauergrünlandes dargestellte Stumpfblättrige Ampfer (*Rumex obtusifolius*) nahm bei keiner Bonitur hohe Deckungswerte ein und spielte mit 2-3 Flächenprozent eine geringe Bedeutung. Auch hier zeigte die Wirtschaftsdüngerat keinen Effekt auf eine Zu- bzw. Abnahme an Stumpfblättrigen Ampfer.

Im Schnitt wurden hohe Werte beim Blattflächenidex (LAI) erreicht (siehe Tabelle 7) wobei die mit Güllegedüngten Varianten die signifikant höchsten LAI-Werte erreichten. Ebenfalls die höchsten LAI-Werte erreichten die oftmalig ausgebrachten Düngervarianten (=gut) sowie die oftmalig ausgebrachten und mit Steinmehl behandelten Parzellen (=Steinmehl).

Vom ersten zum dritten Schnitt nahmen die LAI-Werte in

Tabelle 6: **Zusammensetzung des Pflanzenbestandes zum ersten Schnitt im Jahr 2014 bei Gülle, Kompost und Mist Düngung**

Arten/Artengruppen	Gülle	Kompost	Mist	SEM	p-Wert	s_e
Lücke	1	1	1	0,2	0,9848	0,4
Gräser	77	77	77	0,8	0,4798	1,5
Englisches Raygras	31	30	31	2,4	0,6842	1,8
Gemeine Rispe	11	10	10	0,5	0,7975	1,6
Goldhafer	6	7	6	1,3	0,3724	1,3
Wiesen-Fuchsschwanz	9	10	10	2,6	0,6309	1,5
Restliche Gräser	20	20	20	0,7	0,9900	2,4
Leguminosen	12	11	11	0,8	0,3257	1,6
Weißklee	11	10	10	0,9	0,1083	1,6
Restliche Leguminosen	1	1	1	0,2	0,1534	0,6
Kräuter	10	11	11	0,3	0,5896	0,9
Stumpfblättriger-Ampfer	2	2	3	0,2	0,2225	0,7
Restliche Kräuter	8	9	8	0,2	0,2157	0,7

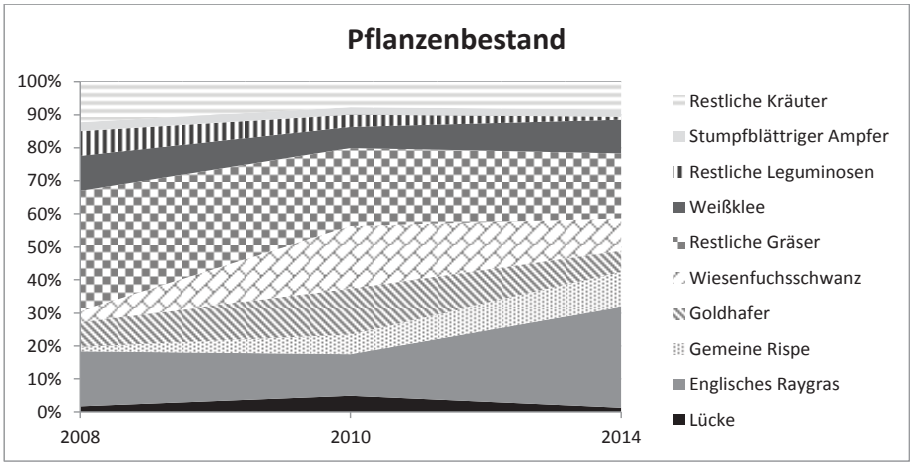


Abbildung 3: **Veränderung des Pflanzenbestandes während des Zeitraumes 2008-2014 im Mittel aller Parzellen**

Tabelle 7: **Blattflächenindex im Schnitt für den Faktor Wirtschaftsdüngerart und Anwendung bzw. Behandlung**

Bestandeshöhe	Einheit	Gülle	Kompost	Mist	SEM	p-Wert	Gut	Schlecht	Steinmehl	SEM	p-Wert	s_e
0 cm	m²/m²	4,7 [a]	4,5 [b]	4,5 [b]	0,1	0,0033	4,6 [ab]	4,5 [b]	4,7 [a]	0,1	0,0109	0,5
10 cm	m²/m²	3,1 [a]	2,9 [b]	3,0 [ab]	0,1	0,0341	2,9 [b]	2,9 [b]	3,2 [a]	0,1	0,0016	0,5
20 cm	m²/m²	1,7 [a]	1,5 [b]	1,6 [ab]	0,1	0,0007	1,6 [a]	1,6 [a]	1,7 [a]	0,1	0,0768	0,4

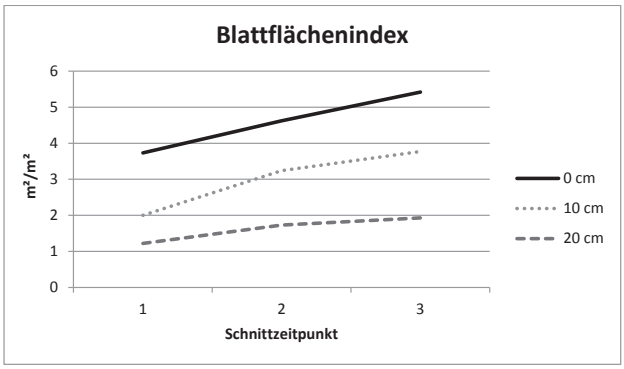
allen Bestandeshöhen annähernd linear zu (siehe Abbildung 4). Dies zeigt, dass die Bestände im Vegetationsverlauf immer blattreicher wurden und zum dritten Aufwuchs mit 5,4 sehr hohe LAI Werte erreichten.

Düngermengen

In Tabelle 8 sind die tatsächlich ausgebrachten Stickstoff-, Phosphor- und Kaliummengen in kg/ha für die drei Wirtschaftsdüngerarten dargestellt. Auffallend ist die markante Abstufung beim Stickstoff von annähernd 25 kg/ha abfallend von Gülle über Mist zu Kompost. Die Hauptursache dafür ist in den stickstoffförmigen Verlusten während der Lagerung zu suchen. Dagegen waren die Mengen an zugeführten Phosphor in den festen Wirtschaftsdüngern mit 5-7 kg/ha höher als in der Gülle. Gasförmige P-Verluste treten während der Lagerung kaum auf und durch das Stroh kommt zusätzlich P auf den Betrieb. Stroh besitzt andererseits aber größere Kaliummengen. Daher überrascht das Ergebnis im ersten Moment, dass gerade Kompost und Mist die geringsten K-Mengen bereitstellten. K wird im Körper der Säugetiere in erster Linie über die Nieren ausgeschieden und befindet sich daher in den Wirtschaftsdüngern in den flüssigen Phasen. Sowohl Mist als auch Kompost wurden für diesen Versuch in praxisüblichen Feldmieten aufgesetzte. Dadurch wird aber verdeutlicht, wie hoch die Sickersaftverluste während dieser Lagerzeit sind, da Kalium so gut wie nicht gasförmig entweicht. In diesen Sickersäften sind aber auch leicht lösliche N-Verbindungen enthalten, die sich konzentriert unter der Lagerstätte ansammeln Daher macht die gesetzlichen Regelung zur jährlichen Wechselung des Standortes der Feldmiete durchaus Sinn. Die beste Lösung für die Lagerung fester Wirtschaftsdünger wäre auf einer befestigten Platte, die mit einem Abfluss in eine Sammelgrube ausgeführt ist.

Da die Konzentrationen an N, P und K in den Wirtschaftsdüngern Schwankungen unterlegen sind ergeben sich jährliche Schwankungen in den ausgebrachten Düngermengen je Wirtschaftsdüngerart (siehe Tabelle 9). Solche Schwankungen in Stallmist und Mistkompost konnten bereits in Langzeitversuchen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Pöllinger, 2004) festgestellt werden.

Die N-Flächenbilanzen spiegeln die unterschiedlichen Ausbringmengen der Düngerarten wieder (siehe Abbildung 5). Alle Hauptnährstoffe weißen negative Flächenbilanzen auf. Dies liegt hauptsächlich an den sehr hohen Mengenerträgen (knapp über 10.000 kg/ha) auf der Fläche. Bei der Bilanz des N ist hier nicht berücksichtig, wieviel der geernteten N-Menge aus der N-Fixierung stammt. Trotzdem zeigt sich, dass das System Gülle die geringste negative Bilanz aufweist, was auch beim K der Fall ist. Anders verhält es sich beim P. Hier war die Bilanz zwar deutlich weniger stark negativ als bei N und K. Das System Gülle hatte mit -22 kg/ha und Jahr die negativste Bilanz. Nun darf aber nicht davon ausgegangen werden, dass jedes Jahr diese Stoffe



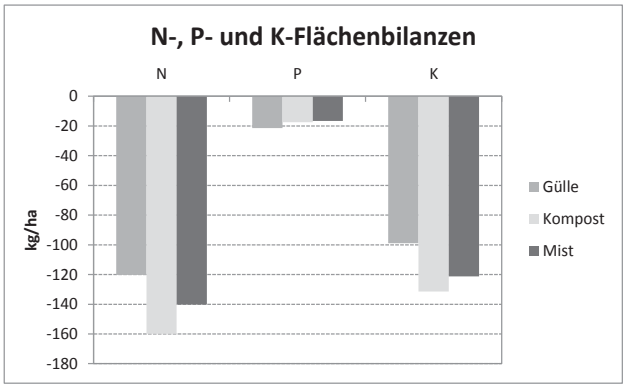
Abbilung 4: **Verlauf des LAI vom 1. bis zum 3. Schnitt in den drei Bestandeshöhen**

Tabelle 8: **Tatsächlich ausgebrachte N-, P- und K-Mengen über die Wirtschaftsdünger**

Art	Einheit	2009	2010	2011	2012
N-Zufuhr Gülle	kg/ha	128	124	129	139
P-Zufuhr Gülle	kg/ha	28	27	26	27
K-Zufuhr Gülle	kg/ha	137	145	133	130
N-Zufuhr Kompost	kg/ha	77	76	68	83
P-Zufuhr Kompost	kg/ha	34	26	28	42
K-Zufuhr Kompost	kg/ha	84	76	80	89
N-Zufuhr Mist	kg/ha	118	105	102	105
P-Zufuhr Mist	kg/ha	39	41	30	29
K-Zufuhr Mist	kg/ha	104	114	78	95

Tabelle 9: **N-, P- und K-Düngermengen in den Versuchsjahren 2009-2012**

Nährstoff	Einheit	Gülle	Kompost	Mist
N-Zufuhr	kg/ha	122	76	101
N-Abfuhr	kg/ha	230	226	226
P-Zufuhr	kg/ha	25	30	32
P-Abfuhr	kg/ha	44	44	44
K-Zufuhr	kg/ha	134	80	100
K-Abfuhr	kg/ha	218	204	204



Abbilung 5: **Flächenbilanzen der drei Hauptnährstoffe**

Tabelle 10: **Mengen- und Qualitätserträge je nach Wirtschaftsdüngerart sowie die Ausbringhäufigkeit und Behandlung mit Steinmehl**

		Gülle	Kompost	Mist	SEM	p-Wert	Gut	Schlecht	Stein-mehl	SEM	p-Wert	s_e
TM-Ertrag	kg/ha TM	11045 [a]	10599 [b]	10695 [b]	160	0,0001	10775 [ab]	10642 [b]	10921 [a]	160	0,0401	541
Energie-Ertrag	MJ NEL/ha TM	62500 [a]	60200 [b]	60784 [b]	781	0,0017	61167	60503	61813	782	0,1450	3395
XP-Ertrag	kg/ha TM	1438	1414	1413	25,0	0,4259	1435	1397	1433	25	0,1509	114

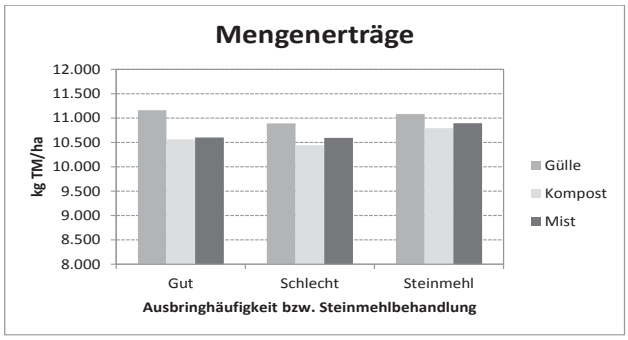


Abbildung 6: **Flächenerträge je nach Häufigkeit der Düngerausbringung bzw. der Behandlung mit Steinmehl für jede Wirtschaftsdüngerart**

Tabelle 11: **Mengenerträge in den einzelnen Versuchsjahren für die jeweilige Düngerart**

Düngerart	Einheit	2008	2009	2010	2011	2012
Gülle	kg/ha TM	10522	11776	11968	10155	10802
Kompost	kg/ha TM	10615	11563	10824	9887	10105
Mist	kg/ha TM	10948	11535	11015	10039	9938

Tabelle 12: **Konzentrationen der Inhaltstoffe Rohprotein (XP) und Rohfaser (XF) sowie der Energie für die drei Wirtschaftsdüngerarten**

Inhaltsstoff	Einheit	Gülle	Kompost	Mist	SEM	p-Wert	s_e
Energie	MJ NEL /kg TM	5,66	5,69	5,68	0,02	0,4315	0,16
XP	g/kg TM	133	135	135	1	0,1000	10
XF	g/kg TM	290	287	286	2	0,0849	15

so weiter entzogen werden. Mit der Zeit würden bei einer geringeren Bereitstellung von P und K im Boden einmal der Ertrag zurückgehen und sich die Bilanzen gegen 0 bewegen. K ist in der Regel in den mineralischen Böden in sehr großen Vorräten vorhanden. Beim P müssen die Bilanzen aber gut im Auge behalten werden, da hier die Vorräte in den mineralischen Grünlandböden deutlich geringer sind. Die Vorräte in einem durchschnittlichen mineralischen Grünlandboden werden laut Literatur (Dietl und Lehmann, 2004) mit 40.000-60.000 kg/ha für K und 2.000-4.000 kg/ha für P angegeben.

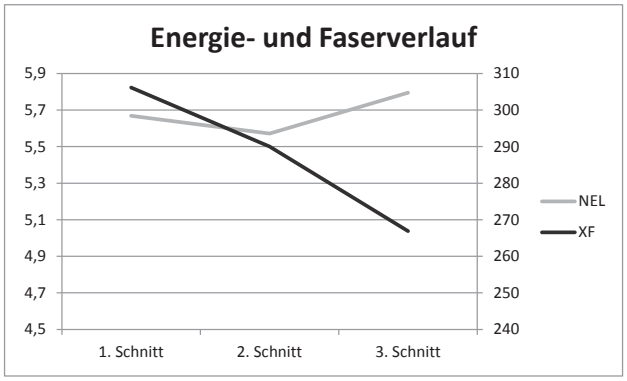
Erträge und Inhaltstoffe

Die höchsten Mengenerträge erreichte bei der Wirtschaftsdüngerart die mit Gülle gedüngten Varianten (siehe Tabelle 10). Den höchsten Ertrag von 11.162 kg TM/ha erreichte jene Variante mit der viermaligen Ausbringung der Gülle. Generell lag der Ertrag bei den öfters ausgebrachten Düngern (gut sowie Steinmehl) höher als bei Varianten mit den zweimaligen Düngerausbringzeiten (schlecht, siehe Tabelle 10 und Abbildung 6). In einer Bayrischen Untersuchung (Diepolder, 2006) konnte auch eine Ertragssteigerung am selben Standort beobachtet werden. Hier erzielten jene Bestände höhere Erträge, die zu mehreren Terminen mit Gülle gedüngt wurden. In diesem Versuch wurden die Düngermengen aber nicht aufgeteilt sondern bei jedem Düngertermin kamen 20 m³/ha zur Anwendung. In diesem Fall dürfte die höhere ausgebrachte Stickstoffmenge, in den öfters gedüngten Varianten, der Haupteinflussfaktor für die Ertragssteigerung sein. Der Zuschlag von Steinmehl führte zu keiner Ertragssteigerung in dieser Untersuchung. Ebenso konnte nicht beobachtet werden dass die N-Verluste während der Lagerung geringer ausfielen. In der Literatur wird beschrieben, dass die Effekte von Steinmehl auf nicht sandigen Böden gering sind (Hermann und Plakolm, 1991). Auf lehmigen Standorten, wie es der Boden in dieser Untersuchung war, sind bereits viele Tonminerale im Boden vorhanden und eine weitere Zufuhr über Steinmehl dürfte hier wenig effektiv sein.

Dasselbe Bild wie die Mengenerträge zeigten auch die Energieerträge (siehe Tabelle 10). Auch in diesem Fall hatte die Gülledüngung die höchsten Erträge an Netto-Energie-Laktation (NEL). Bei den Eiweißerträgen (XP-Ertrag) wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede mehr gemessen.

In Tabelle 11 sind die Erträge der drei Wirtschaftsdüngerarten in den fünf Versuchsjahren dargestellt. Bis auf das erste Jahr 2008 waren die Erträge in den mit Gülle gedüngten Varianten immer am höchsten. Betrachtet man in allen drei Wirtschaftsdüngerarten den Trend über die Jahre so lässt sich erkennen, dass die Erträge bei Gülledüngung in der Tendenz konstant bleiben. Hingegen kommt es bei den beiden festen Wirtschaftsdüngerarten Kompost und Mist tendenziell zu leicht sinkenden Erträgen. Hier dürfte sich schon ein Prozess der Konsolidierung einstellen, hervorgerufen durch die geringeren N-Düngermengen (siehe Tabelle 8).

Sowohl bei der Energie als auch den Gehalten an Rohprotein und Rohfaser, wurden zwischen den Düngervarianten keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Die Konzentrationen an Energie und XP waren in allen Varianten eher niedrig, da es sich hier um die Inhaltstoffe des frischen Grünfutters handelt. Dagegen sind die XF Gehalte mit 29 % sehr hoch. Betrachtet man nun den Verlauf von Energie und XF während des Jahresverlaufes (siehe Abbildung 7) so fällt deutlich die hohen XF Gehalte von über 30 % zum 1. Schnitt auf. Dieser Gehalt wurde über alle Varianten hinweg gemessen. Der Hauptgrund dafür liegt in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes. Eine wichtige Grasart bildete der Wiesenfuchsschwanz. Dieses Gras ist sehr frühreif und bildet als Obergras zum ersten Aufwuchs sehr hohe und zahlenmäßig viele Samentriebe. Diese führen zu diesen hohen XF-Werten im 1. Schnitt. Aber auch in den Folgeschnitten waren die



Abbilung 5: **Verlauf der Energiekonzentration und der Gehalte an Rohfaser vom 1. bis zum 3. Schnitt über alle Varianten hinweg.**

Rohfasergehalte zu hoch und die Energie zu gering für ein Grundfutter für laktierende Tiere. Damit mit dieser Futterqualität eine Milchleistung bei Kühen von 4.500-5.000 kg möglich wäre müsste mit Kraftfutter ergänzt werden. Dieses Leistungsniveau sollte aber in der Regel aus dem Grundfutter ermolken werden.

Die Ergebnisse der Futterinhaltsstoffe in diesem Versuch zeigen auf, dass bei der bestehenden 3-Schnittnutzung keine ausreichende Grundfutterqualität für Tiere in Laktation erzielt werden kann. Dazu wäre es notwendig, den ersten Schnitt früher durchzuführen und somit vier Nutzungen pro Jahr umzusetzen. Solch eine Nutzungsänderung würde aber Konsequenzen mit sich bringen. Vier Nutzungen würden dazu führen, dass der Wiesenfuchsschwanz und der Goldhafer noch weiter zurückgehen. Hier wäre es dann notwendig den Bestand auf mehr Untergräser umzustellen. Eine Möglichkeit wäre die Übersaat mit Wiesenrispengras (Starz et al., 2013). Einen weiteren Aspekt stellt das Düngermanagement in einer 4-Schnittwiese dar. Hier wird es immer schwieriger mit festen Wirtschaftsdüngern eine Düngung zwischen den Schnitten vorzunehmen. In solchen Vielschnittsystemen wäre Gülle ein optimaler Düngerstoff.

Schlussfolgerungen

Wirtschaftsdünger sind die wertvollsten Düngerstoffe, die ein Dauergrünlandbetrieb zur Verfügung hat. In der Biologischen Landwirtschaft sind es die einzig ökonomisch sinnvollen organischen, stickstoffhaltigen Düngerstoffe. Damit sie diese auch bleiben ist eine optimale Lagerung mit möglichst geringen Verlusten notwendig.

Düngung und Nutzung sind aufeinander abzustimmen, damit als Ziel ein gutes Grundfutter zu ernten erreicht wird. Was diese Untersuchung zeigen konnte war, dass sowohl feste als auch flüssige Wirtschaftsdünger ihre Stärken und Schwächen haben. Dabei sollte die Diskussion nicht dahin geführt werden sich für einen Düngerstoff entscheiden zu müssen sondern eine sinnvolle Kombinationsmöglichkeit zu finden. Verfügt ein Betreib sowohl über Mist als auch Gülle so ist es günstig den flüssigen Dünger zwischen den Schnitten einfach und effizient auszubringen. Mist hingegen kann in Form einer Herbstdüngung gut ausgebracht werden und dieser so gut über den Winter in den Boden wachsen.

Ein weiterer wichtiger Schritt zur effizienteren Nutzung der Wirtschaftsdünger ist die mengenmäßige Erfassung auf Betriebsebene. Eine gute Datengrundlage, zur Berechnung der Anfallsmengen, bietet die Sachgerechte Düngung. Die Erkenntnis über die jährlich anfallenden Mengen am Betrieb ist eine Grundlage, doch bedarf es auch einer sinnvollen Aufteilung dieser Düngermengen auf den genutzten Flächen. Dazu ist es notwendig sich die Zeit zu nehmen und die errechneten Mengen auf die Teilstücke aufzuteilen. Gerade bei den flüssigen Wirtschaftsdüngern wie Gülle, ist es entscheidend diese in kleinen und oftmaligen Dosen auf die Flächen auszubringen. 15 m³ Gülle je ha sind eine ausreichende Düngergabe und kurbeln die Aktivität der Bodenlebewesen sowie das Graswachstum an. Durch eine solche Planung können die Feldstücke nach der Bewirtschaftung von intensiv bis extensiv gedüngt werden. Würde eine vorab Planung nicht durchgeführt passiert es, dass im Frühling versucht wird die Güllegrube so gut wie möglich zu leeren. Dann fehlt meist auf den intensiver genutzten Flächen der Dünger zu den späteren Nutzungen. Gerade intensiv genutzte Flächen benötigen eine regelmäßige Versorgung mit Düngerstoffen, damit das Bodenleben gleichmäßig arbeiten kann. Eine Unausgewogenheit zwischen Düngung und Schnittnutzung trägt dazu bei, dass sich die Pflanzenbestände in eine ungewünschte Richtung entwickeln und dann nicht in der Lage sind die möglichen Erträge zu liefern.

Durch eine gut durchdachte Planung der Wirtschaftsdüngermengen, kann bereits im Vorfeld eine Entscheidung getroffen werden was, wann und wie viel auf die entsprechende Fläche kommt. So eine Planung steigert nicht nur die Effizienz auf der Fläche sondern spart langfristig auch Zeit, da Arbeitsabläufe koordinierter durchgeführt werden und auf den Grünlandflächen ein gutes Futter geerntet werden kann.

Literatur

Angeringer, W., W. Starz, R. Pfister, H. Rohrer und G. Karrer, (2011): Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming. 16th Symposium of the European Grassland Federation, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. E. M. Pötsch, B. Krautzer and A. Hopkins. Irdning. 16, 353-355.

BMLFUW (2006): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Richtlinien für die Sachgerechte Düngung – Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage, Wien, 52-62.

BMLFUW (2013): Grüner Bericht 2013 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Wien, 193-194.

Buchgraber, K. und Resch, R. (1996): Veröffentlichungen – Einfluß unterschiedlicher Güllebehandlungsverfahren auf chemische und physikalische Eigenschaften sowie auf den Geruch von Ringergülle. BAL Gumpenstein, Irdning, s.a.

Diepolder, M. (2006): Aspekte der Grünlandnutzung in Bayern. In: Haber, W.; Bayer, E. und Deigele, C. (Hrsg.): Rundgespräche der Kommission für Ökologie – Gräser und Grasland: Biologie – Nutzung – Entwicklung. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 93-110.

Dietl, W. und J. Lehmann (2004): Ökologischer Wiesenbau - nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Leopoldsdorf, Österreichischer Agrarverlag, 136 S.

Friedel, J (2008): Aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Bedeutung für die Düngerpraxis im Biologischen Landbau. In: Bericht Umweltökologisches Symposium – Sachgerechte Düngung im Blickfeld von Untersuchungsergebnissen. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 04.-05.03.2008, 35-39.

Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F. X. und Sticher, H. (1997): Bodenökologie. 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 3-6.

Gottschall, R. (1992): Kompostierung – Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im Ökologischen Landbau 5. Auflage. Stiftung Ökologie und Landbau, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 79-85.

Graiss, W., Krautzer, B. und Pötsch, E. (2008): Spezifische Anforderungen an die Begrünung von mittleren Lagen. In: Bericht über das 14. Alpenländische Expertenforum, Anlage, Erneuerung und Verbesserung von Grünland. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 47-53.

Gruber, L., Steinwidder, A., Guggenberger, T. und G. 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)

Hermann, G. und Plakolm, G. (1991): Ökologischer Landbau - Grundwissen für die Praxis. Österreichischer Agrarverlag, 90-94, 98-100.

Paulsen, H. M., Schrader, S. und Schung, E. (2009): Eine kritische Analyse von Ruschs Theorien zur Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für die Bodenbewirtschaftung im Ökologischen Landbau. Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research 3, Nr. 59, 253-268.

Pöllinger, A. (2004): Abschlussbericht Teil Kompostierung. In: Chytil, K., Pöllinger, A., Pötsch, E., Eder, G., Hein, W., Wenzl, W., Sobotik, M. und Uray, G. Bericht über die Vergleichsuntersuchungen von landesüblichen bäuerlichen Stapel- und Kompostmieten bezogen auf die Gehalte und Mengen an Nährstoffen, Umsetzungsprozesse und ihre Wirkung auf Ertrag, Pflanzenbestand, Inhaltstoffe des Futters sowie auf den Boden, am Grünland und am Acker in den inneralpinen Lagen. BAL Gumpenstein, Irdning, 3-10.

Sachse, J. (1927): Über die Aufnahme von Nährstoffen aus einem gemahlenen Basalt durch die Pflanze. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung Nr. 79, 193-223.

Sayedahmed, N. A. A. (1993): Wirkung von Gesteinsmehl als Bodenverbesserungsmittel und Nährstoffdünger. Dissertation Universität für Bodenkultur, Wien.

Schechtner, G. (1957): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 105, Heft 1, 33-43.

Schechtner, G. (1993): Wirksamkeit von Güllezusätzen hinsichtlich Verbesserung der Düngewirkung der Gülle auf Grünland. In: BAL Veröffentlichung Heft 18, Eigenverlag Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, S 83-156

Schroeder, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten. 5. rev. u. erw. Auflage von Blum, W. E. H., Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, 12, 36.

Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2013): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm and U. Köpke. Bonn, 146-149.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 37 – 44
ISBN: 978-3-902849-12-0

Phosphorbilanzen und Phophorvorräte im Dauergrünland - Eine Untersuchung im Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut

Christine Weißensteiner[1*], Jürgen Kurt Friedel[2] und Andreas Bohner[3]

Zusammenfassung

Um die Phosphorsituation im österreichischen Dauergrünland einschätzen zu können, wurden an repräsentativen Standorten Pflanzenanalysen durchgeführt und Bodenproben hinsichtlich einzelner P-Fraktionen untersucht. Darüber hinaus wurden P-Hoftorbilanzen berechnet bzw. ausgewertet. Im Oberboden (0 bis 10 cm) lagen überwiegend hohe P-Gesamtgehalte vor. Die Nährstoffbilanzierungen ergaben meist ausgeglichene bis überschüssige P-Salden. Eine erhebliche P-Abreicherung der Böden ist in Dauergrünlandgebieten bei gegebener Praxis daher nicht zu erwarten. Im Widerspruch dazu fanden sich im überwiegenden Anteil der untersuchten Böden geringe P_{CAL}-Gehalte. Außerdem wies vor allem der 1. Pflanzenaufwuchs niedrige P-Gehalte auf. In den untersuchten Grünlandböden lag somit vorrangig ein Mobilisierungs- und weniger ein Mengenproblem vor. Da P in den untersuchten Böden vor allem organisch gebunden ist, könnte eine rege Mikroorganismentätigkeit eine Schlüsselfunktion für die P-Mobilisierung einnehmen. Über verschiedene Maßnahmen wie z.B. die Düngung sind somit mikrobielle Prozesse anzuregen. Um die P-Versorgung in „Low Input“ Betrieben sicherzustellen, ist darüber hinaus eine P-Zufuhr vorzugsweise über die Rückführung organischer Abfälle (z.B. „Biotonnen-Kompost“) vorzunehmen.

Schlagwörter: P-Fraktionen, Gesamtphosphor, CAL-löslicher Phosphor, Nährstoffbilanz

Summary

In order to assess the phosphorus status in Austrian permanent grassland, soil and plant analyses were performed at representative sites. Also, nutrient budgets were calculated. In the topsoil (0 - 10 cm), total P content usually was high. The nutrient budgets were balanced or of surplus. Thus, in areas where permanent grassland is dominating, no considerable decrease in soil phosphorus content is to be expected. Nevertheless, in the studied soils the CAL-extractable P content was mostly low. In addition, the plants, especially the first growth, had low P contents. Therefore, in grassland soils the main problem seems to be mobilization rather than quantity. Since in the studied soils P is mainly organically bounded, a high activity of microorganisms could be a key factor for P-mobilization. Through various measures, such as fertilization, microbial processes should be stimulated. Moreover, to ensure the long-term P supply in low input farms, external P should be applied, preferably as recycled organic waste (e.g. “biowaste compost”).

Keywords: P fractions, total phosphorus, CAL-extractable phosphorus, nutrient budget;

Einleitung

Phosphor (P) stellt für den menschlichen, tierischen und pflanzlichen Organismus ein lebensnotwendiges Makroelement dar (MARSCHNER 1995, MAATHUIS 2009). Daher sollte für die Pflanze (als erstes Glied in dieser Kette) im Boden eine ausreichende P-Menge in verfügbarer Form vorliegen. P weist allerdings auch ein erhebliches Eutrophierungspotential in aquatischen Ökosystemen auf (BRADY und WEIL 2002). Im Grünland wird P durch Abschwemmung, Auswaschung und vereinzelt durch Erosion aus dem Boden ausgetragen (PRASUHN und BRAUN 1994, FROSSARD et al. 2004).

Im Zuge der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung wird eine bedarfsgerechte P-Versorgung durch den Einsatz von Düngermittel sichergestellt. Im österreichischen Dauergrünland kommt es vor allem zum Einsatz von Wirtschaftsdüngern (Mist, Gülle, Jauche, Kompost). P wird aber auch in mineralischer Form aus globalen Rohstofflagern zugeführt (PÖTSCH 2000). Die aktuell bekannten, bedeutsamen P-Lagerstätten werden voraussichtlich in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein, weshalb mineralischer P vermutlich bald eine limitierte Ressource darstellt (STEEN 1998, NESET und CORDELL 2012). Die vollständige Nutzung menschlicher Abfälle und Fäkalien und somit die Schließung des P-Kreislaufes ist derzeit aus ökologischen sowie ökonomischen Gründen nicht realisierbar (BUND 2005), könnte bzw. muss in Zukunft aber an Bedeutung gewinnen (SMIT et al. 2009, GRONEGGER 2011, PETZET und CORNEL 2013).

Darüber hinaus berichten verschiedene Autoren in landwirtschaftlichen Praxiszeitschriften (BUCHGRABER

[1] Weißenbach 87, A-8932 Weißenbach/Enns
[2] Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien
[3] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Umweltökologie, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Christine Weißensteiner, MSc, christine-weissensteiner@gmx.at

2007, GALLER 2007), aber auch in der wissenschaftlichen Literatur (HEINZLMAIER et al. 2008, PÖTSCH et al. 2013), über einen akuten P-Mangel in österreichischen Grünlandböden. Deren Angaben stützen sich vor allem auf die sehr geringen Bodengehalte an Calcium-Acetat-Lactat-löslichen P (P_{CAL}), aber auch auf niedrige P-Gehalte in den Pflanzenaufwüchsen. Der P_{CAL}-Gehalt wird in Österreich als Referenzwert für die Düngeempfehlung herangezogen und in den aktuellen „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (BMLFUW 2006) als „pflanzenverfügbare“ P-Fraktion bezeichnet.

Ausgehend von dem Spannungsfeld eines essentiellen Bedarfs an P für alle Lebewesen, der Eutrophierung (P) aquatischer Ökosysteme, zu Ende gehender globaler mineralischer P-Vorräte und der Diskussion über eine mangelhafte P-Versorgung in österreichischen Grünlandböden, wird im nachfolgenden Beitrag der Versuch unternommen, Antwort auf folgende Fragen zu geben: Welche Größenordnung nehmen die Nährstoffsalden von (Dauer-)Grünlandbetrieben ein? Findet langfristig eine An- oder Abreicherung von P in Böden des Dauergrünlandes statt? Was sind die entscheidenden Einflussfaktoren (Bewirtschaftungsweise, Zukauf von Betriebsmitteln, Milch- / Mutterkuhhaltung)? Wie groß sind die Gesamtvorräte an P in repräsentativen Böden des österreichischen Dauergrünlandes? In welcher Größenordnung liegt der P_{CAL}-Gehalt vor, und welchen Anteil nimmt dieser am Gesamtvorrat ein? Kann von der P_{CAL}-Fraktion auf den P-Gehalt im Pflanzenaufwuchs geschlossen werden? Welche P-Fraktion (organisch oder anorganisch) nimmt den vorherrschenden Anteil am Gesamtphosphorvorrat ein?

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet: Die Boden- und Pflanzenproben wurden im Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut entnommen. Daher wurden die exemplarischen Bilanzen auf diese Gebiete angepasst. Diese Regionen sind repräsentativ für das österreichische Grünland im Berggebiet. Sie werden geologisch den Nördlichen Kalkalpen und der Grauwackenzone zugeordnet (SCHUSTER et al. 2013). Die Probeflächen befanden sich auf einer Seehöhe von 600 bis 1180 m. An den regionalen Wetterstationen reichte der Jahresniederschlag im langjährigen Mittel (1971-2000) von 970 bis 1530 mm und die Jahresmitteltemperatur von 5,9 bis 7,3 °C (ZAMG 2002). Es wurden alle im Untersuchungsgebiet bedeutenden Bewirtschaftungsformen und Nutzungsintensitäten erfasst. Die untersuchten Böden waren diverse Rendzinen, Braunerden, Kalkbraunlehme, Auböden, Gleye und carbonathaltige Niedermoore. Die Bodenreaktion reichte von stark sauer bis schwach alkalisch und der organische Kohlenstoffgehalt von 0,6 - 52,8 % (WEISSENSTEINER 2014).

Phosphorbilanz: Die Nährstoffbilanz stellt die in einem Zeitraum (Jahr) auf eine Bezugsebene (Betrieb, Fläche) zu- und abgeführten Nährstoffmengen gegenüber. Für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und um Verluste zu verhindern, sind ausgeglichene Salden (kg P ha^{-1} a^{-1}) anzustreben (BAUMGÄRTEL et al. 2007; KOLBE und KÖHLER 2008). Mit der Hoftorbilanz kann eine Aussage über die gesamtbetriebliche Situation der Nährstoffflüsse und deren Effizienz getroffen werden. Sie kann unterstützend für die Düngeplanung eingesetzt werden (FREYER und PERICIN 1993). Zur Abbildung der innerbetrieblichen Nährstoffverteilung sind Schlagbilanzen einzusetzen (BAUMGÄRTEL et al. 2007).

Um die P-Situation in der landwirtschaftlichen Praxis beurteilen zu können, wurden Hoftorbilanzen von 16 biologisch und 6 konventionell wirtschaftenden Grünlandbetrieben (GIGLER 2001, JANDL 2013) zusammengefasst und interpretiert. Die betrachteten Betriebe befanden sich im Bezirk Liezen, und somit im Untersuchungsgebiet, sowie in anderen typischen Grünlandgebieten Österreichs (OÖ, Salzburg). Um darüber hinaus die Größenordnung der P-Salden in einem umfangreichen Leistungsbereich sowie Veränderungen in der Bewirtschaftungspraxis (z.B. Verzicht auf Kraftfutter) abschätzen zu können, wurden exemplarische Hoftorbilanzen berechnet. Als Eingangsfaktoren wurden alle Zukäufe an Kraft- und Mineralfuttermittel, Vieh und Einstreu sowie als Ausgangsfaktoren allfällige Verkäufe an tierischen Erzeugnissen herangezogen. Zusätzlich berücksichtigt wurden die Gesteinsverwitterung, atmosphärische Einträge und Verluste durch Erosion, Auswaschung und Abschwemmung. Als Datengrundlage dienten Durchschnittswerte aus dem Standarddeckungsbeitrag und Tabellenwerken sowie Informationen von Experten. Um eine möglichst große Bandbreite abzudecken, wurden konventionelle und biologische Mutter- und Milchkuhbetriebe (4000 - 10000 L a^{-1}), Besatzdichten von 0,5 bis 2 GVE ha^{-1} sowie drei Intensitäten des Betriebsmitteleinsatzes hinsichtlich der Faktoren Kraft-, Mineralfutter und Stroh betrachtet. Der Saldo (kg P ha^{-1} a^{-1}) bezieht sich auf eine Milch- bzw. Mutterkuheinheit. Die Interpretation der P-Salden erfolgte nach FREYER und PERICIN (1996) (Tabelle 1).

Tabelle 1: **Einstufung der Phosphorsalden nach FREYER und PERICIN (1996)**

Einstufung	Saldo kg P ha^{-1} a^{-1}
stark defizitär	unter -13
schwach defizitär	-13 bis -4,5
ausgeglichen	+ / -4,5
schwach überschüssig	+4,5 bis +13
stark überschüssig	über +13

Boden- und Pflanzenanalysen: Untersuchung 1: Die Bodenproben (n = 176) wurden in der Vegetationsperiode in Form einer flächenrepräsentativen Mischprobe aus der Tiefenstufe 0 - 10 cm entnommen. Die für die Düngeempfehlung in Österreich übliche Routinemethode, die Calcium – Acetat – Lactat – Methode (CAL), wurde nach ÖNORM L 1087 ermittelt. Mittels Mikrowellenaufschluss und Zugabe von Königswasser wurde der Gesamtelementgehalt an Phosphor (P_t) bestimmt. Zur Ermittlung des anorganischen Phosphorgehalts (P_i) wurde eine Extraktion mit 0,1 M H_2SO_4 durchgeführt. Durch Subtraktion von P_t - P_i erhält man den organischen Phosphorgehalt (P_o).

Unterschung 2: Zur Feststellung des P-Gehaltes in der oberirdischen pflanzlichen Biomasse (n = 188) sowie des landwirtschaftlich nutzbaren Ertrags wurden jeweils 5 m^2 geerntet. Die Mahd erfolgte zum ortsüblichen Nutzungstermin. Der P-Gehalt wurde mittels Salpetersäure-Perchlorsäureaufschluß und ICP-Messung bestimmt (ALVA 1983). Die Auswertung der statistischen Kennzahlen -arithmetischer Mittelwert, Median, Maximum, Minimum

und Variabilitätskoeffizient - wurde mit dem Programm IBM SPSS Statistics 21 vorgenommen. Im Weiteren kamen folgende Analysen zum Einsatz: Korrelationen (Spearman), Mittelwertvergleich (Kruskal-Wallis).

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 findet sich eine Zusammenfassung der P-Salden biologischer und konventioneller Milch- und Mutterkuhbetriebe (Grünlandbetriebe). Im Bezirk Liezen (GIGLER 2001) wies sowohl etwa die Hälfte der untersuchten biologischen als auch konventionellen Betriebe negative P-Salden auf, die allerdings nur bis -1,1 kg P ha^{-1} a^{-1} (biologisch) bzw. bis -0,3 kg P ha^{-1} a^{-1} (konventionell) reichten. Die Salden der Betriebe mit positiven Bilanzen reichten bis +1,3 kg P ha^{-1} a^{-1} (biologisch) bzw. +5,1 kg P ha^{-1} a^{-1} (konventionell). In den konventionellen Betrieben (Ø 1,8 kg P ha^{-1} a^{-1}) wurden somit im Mittel vergleichsweise höhere P-Salden als in den biologischen Betrieben (Ø -0,2 kg P ha^{-1} a^{-1}) festgestellt. JANDL (2013), die biologische Betriebe in Oberösterreich und Salzburg untersuchte, stellte nur in einem Betrieb einen negativen Saldo (- 1 kg P ha^{-1} a^{-1}) fest. Mit einem Maximum von 8 kg P ha^{-1} a^{-1} und einem Mittelwert von 1,8 kg P ha^{-1} a^{1} wiesen die Betriebe von JANDL (2013) somit eine ähnliche Nährstoffeffizienz wie die konventionellen Betriebe von GIGLER (2001) auf. Die wesentlichen Inputfaktoren (P) in den Praxisbetrieben waren Kraftfutter- sowie Mineralfuttermittel und Stroh.

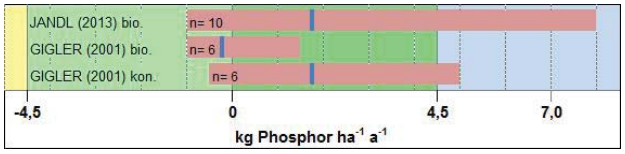


Abbildung 1: **Bandbreite und Mittelwerte der Hoftorsalden biologischer und konventioneller Grünlandbetriebe (Praxisbetriebe)**
n= Anzahl der Betriebe, bio= biologisch, kon= konventionell

Einige Betriebe verwendeten außerdem mineralische Düngemittel (z.B. Hyperphosphat). Vereinzelt wurden in den von JANDL (2013) untersuchten Betrieben beträchtliche Mengen an (schwach phosphorhaltigem) Gesteinsmehl zugekauft. Dieses leistete einen nicht zu vernachlässigbaren Beitrag zum P-Input. Insgesamt reichten die Salden der Praxisbetriebe, interpretiert nach FREYER und PERICIN (1996), von ausgeglichen bis schwach überschüssig.

Anhand von Modellrechnungen (Hoftorbilanzierung) wurden diverse Szenarien zur P-Situation betrachtet. Allen gemeinsam war (im Unterschied zu den Praxisbetrieben) der Verzicht auf phosphorhaltige mineralische Zukaufdünger. Ebenso wurde angenommen, dass die Betriebe weder Grundfutter noch Wirtschaftsdünger zu- oder verkaufen, womit ein möglichst geschlossener Düngerkreislauf abgebildet werden sollte. Folgende Schlüsse wurden daraus abgeleitet (Abbildung 2):

• Mutterkuhbetriebe stellen eine extensive Betriebsform dar. Dies spiegelt sich auch in den Betriebsmitteleingängen und -ausgängen und somit geringen Mengen an P-Input als auch P-Output wider. Die P-Salden konnten selbst bei gänzlichem Verzicht auf Kraftfutter, Stroh und Mineralfutter, interpretiert nach FREYER und PERICIN (1996), als ausgeglichen bezeichnet werden und reichten in ihrer gesamten Bandbreite (Besatzdichte bis 1 GVE ha^{-1}) von -1,5 bis +1,0 kg P ha^{-1} a^{-1}.

• Bei praxisüblichen Annahmen hinsichtlich des Einsatzes von Kraftfutter, Stroh und Mineralstoffen wiesen biologische Milchviehbetriebe (je nach P-Gehalt der Betriebsmittel und Besatzdichte: 1 bis 1,5 GVE ha^{-1}, sowie Milchleistung: 4000 bis 8000 L a^{-1}) ausgeglichene bis schwach überschüssige Phosphorsalden auf (-2,5 bis +7 kg P ha^{-1} a^{-1}). Bei konventionellen Milchviehbetrieben (Besatzdichte: 1 bis 2 GVE ha^{-1}, 4000 bis 10000 L a^{-1}) reichten diese von ausgeglichen bis stark überschüssig (-3,5 bis +20,5 kg P ha^{-1} a^{-1}). Abgesehen von den unterschiedlichen Besatzdichten und Milchleistungen ergibt sich der Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsweisen aufgrund der meist höheren Kraftfuttermengen bei konventioneller Bewirtschaftung (BMLFUW 2008, KRIECHBAUM 2013). Außerdem zeigt die Auswertung von WEISSENSTEINER (2014), dass in konventionellen Handelsfuttermitteln im Mittel höhere P-Gehalte (Zusatz von Mineralstoffen) vorliegen. Dies gilt es in der Futterration und in weiterer Folge in der Hoftorbilanz zu beachten.

• Bei geringen Einsatzmengen an Kraftfutter, niedrigen P-Gehalten sowie ohne zusätzliche Mineralstoffergänzung traten bei biologischer Bewirtschaftung im gesamten

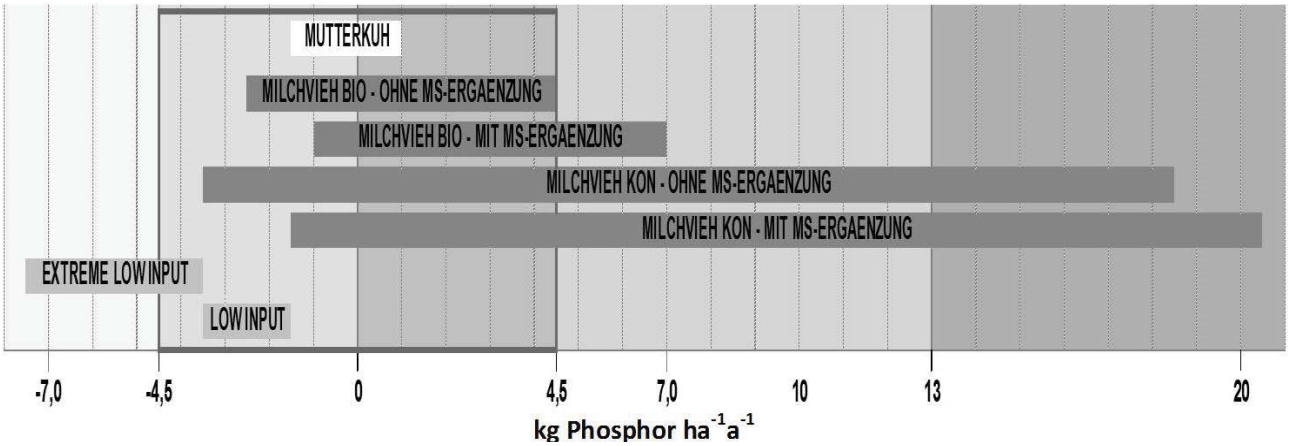


Abbildung 2: **Bandbreite der exemplarischen Phosphorbilanzierung biologischer und konventioneller Milch- und Mutterkuhbetriebe**
MS= Mineralstoffergänzung, bio= biologisch, kon= konventionell

Leistungsbereich (4000 bis 8000 L a^{-1}) schwach negative P-Salden (bis etwa -2,5 kg P ha^{-1} a^{-1}) auf. Bei konventioneller Bewirtschaftung wurden unter den gegebenen Annahmen nur im unteren Leistungsbereich (4000 bis 6000 L a^{-1}) schwach negative P-Salden (bis etwa -3,5 kg P ha^{-1} a^{-1}) festgestellt.

• Bei völligem Verzicht bzw. der Substitution von Kraftfutter, Stroh sowie Mineralstoffen („Low-Input" Betriebe) traten bei Milchleistungen von 4000 bis 6000 L a^{-1} und einer Besatzdichte bis 1,5 GVE ha^{-1} ausgeglichene bis schwach defizitäre Salden auf (-7,3 bis -3,4 kg P ha^{-1} a^{-1}). Der alleinige Verzicht von Kraftfutter bei gleichzeitigem Einsatz von Stroh und Mineralstoffen bedingte Salden von etwa -3,6 bis -1,4 kg P ha^{-1} a^{-1}. Aktuell findet man in der Praxis allerdings kaum Betriebe, die unter diesen Voraussetzungen arbeiten (ZOLLITSCH 2013). Ein verbessertes Schulungsangebot sowie eine zunehmende Professionalisierung in der Bereitstellung bzw. Gewinnung von Grundfutter (Weidemanagement, Futtergewinnung) sowie höhere Kraftfutterpreise könnten diese Szenarien zunehmend auch in der Praxis realistisch machen (STEINWIDDER 2013).

• Demgegenüber können vor allem in intensiven Milchviehbetrieben (Leistungen ≥ 6000 L a^{-1}) (stark) überschüssige P-Bilanzen (bis etwa +7 kg P ha^{-1} a^{-1} bei biologischer bzw. bis etwa +20,5 kg P ha^{-1} a^{-1} bei konventioneller Bewirtschaftung) auftreten, womit durchaus erhebliche Mengen an P im Boden angereichert werden. Diese Überschüsse ergeben sich, da mit zunehmendem Leistungsniveau neben einer steigenden Kraftfuttermenge vor allem auch eine höhere Konzentration an Energie, Eiweiß aber auch P empfohlen wird (LFL 2012). Bei geringen Leistungen ist eine bedarfsgerechte Versorgung (Energie, Eiweiß und P) meist auch mit dem betriebseigenen Grundfutter möglich, womit vor allem bei einem optimierten Fütterungsmanagement nur sehr geringe Mengen an Kraftfutter und Mineralstoffe in den Betriebskreislauf eingebracht werden müssen. Somit beeinflusst vor allem der effiziente Einsatz betriebseigener sowie -fremder Ressourcen und daher der Bedarf an Zukauffuttermitteln die P-Nährstoffsalden. Auch GRUBER und STEINWIDDER (1996) stellten in diesen Zusammenhang fest, dass Hochleistungstiere angesichts der hohen Mengen an zugekauften Kraftfuttermitteln hohe P-Ausscheidungen pro Grünlandfläche erzeugen und somit bezogen auf diese ineffizienter sind als Tiere mit geringeren Leistungen.

• Auch die betriebsspezifische Grundfutterration (Heu, Silage, Grünfutter oder Silomais) und der damit einhergehende Bedarf einer Energie- oder Eiweißkraftfutterergänzung beeinflusst die P-Salden. So zeigt die Auswertung einer umfangreichen Tabelle von praxisüblichen Mischfuttermitteln aus dem Handel, dass eiweißreiche Kraftfuttermittel höhere P-Gehalte als energiereiche aufweisen (WEISSENSTEINER 2014).

• Grundsätzlich steht somit bei gegebener Praxis sowohl in konventionellen aber auch biologischen Grünlandbetrieben (wie die Modellrechnung aber auch die Praxisbetriebe zeigten) meist ausreichend P über die Rückführung des Wirtschaftdüngers zur Verfügung. Im Widerspruch zu den vorwiegend niedrigen P_{CAL}-Gehalten in den österreichischen Grünlandböden sowie geringen P-Gehalten im Pflanzenaufwuchs (BUCHGRABER 2007, GALLER 2007) scheint eine großflächige P- Abreicherung im österreichischen Dauergrünland daher nicht gegeben zu sein. Die Herausforderung liegt deshalb vor allem darin, den vorliegenden Dünger möglichst ohne Verluste auszubringen sowie den darin enthaltenen P im Boden mobil zu halten. Bei Betrieben mit ausgeglichenen bzw. schwach negativen Salden (z.B. bei den Praxisbetrieben bis -1,1 kg P ha^{-1}) sind für eine nachhaltige P-Versorgung die Höhe des Bodenvorrats sowie die Dauer des Entzugs entscheidend. Im Zusammenhang mit schwindenden globalen mineralischen P-Ressourcen und lückenhaften anthropogenen Nährstoffkreisläufen stellt eine geringfügige Zehrung (Mobilsierung) hoher Bodenvorräte auch eine Alternative dar. „Low Input" Betriebe führen hingegen langfristig erhebliche Mengen an P aus dem Boden ab. Dies stellt einen Verlust dar, den es auszugleichen gilt. Für eine zukunftsfähige Düngestrategie des Dauergrünlandes, vor allem aber auch für „Low Input" Betriebe, sind daher System zu schaffen, die es ermöglichen, organische Abfälle (z.B. „Biotonnen-Kompost") aus möglichst kleinräumigen Nähstoffkreisläufen auf den Grünlandflächen einzusetzen. Nicht nachhaltig ist es hingegen, mineralische Dünger im Einbahnsystem aus globalen Rohstofflagern oder über Importe aus den Ackerböden (Kraftfutter, Stroh) in die Grünlandböden einzubringen.

Zur Abschätzung des P-Bodenvorrates sowie zur Ermittlung der vorherrschenden P-Fraktion wurden der Gesamt-, organische, anorganische und CAL-lösliche P-Gehalt in einem typischen österreichischen Grünlandgebiet erhoben. In Tabelle 2 sind diese für terrestrische und hydromorphe Böden für die Tiefenstufe 0 bis 10 cm angeführt. Die terrestrischen Böden wiesen signifikant höhere Gesamtphosphorgehalte (P_t) [4] sowie P_{CAL}-Gehalte[5] als die hydromorphen Böden auf. Dies deutet auf eine P-Anreicherung hin, die auf höhere Düngergaben in den meist intensiver genutzten terrestrischen Talböden zurückzuführen sein könnte. Der Vergleich mit anderen Untersuchungen zeigt, dass die Pt-Gehalte im Untersuchungsgebiet (Median, terrestrische Böden: 1148 mg kg^{-1}, hydromorphe Böden: 990 mg kg^{-1}) generell sehr hoch waren. So ermittelte LINDENTHAL (2000) in Salzburg im extensiven Grünland P_t-Gehalte von 649 mg kg^{-1} [6], im intensiven Grünland 840 mg kg^{-1} [7] sowie in Tiroler Grünlandböden 855 mg kg^{-1} [8]. In NÖ und im Burgenland stellte er in den untersuchten Ackerböden Gesamtgehalte von 869 mg kg^{-1} [9] sowie in den Grünlandböden 777 mg kg^{-1} [10] fest. HUEMER (2013) fand in oberösterreichischen Grünlandböden (Dauer- und Wechselgrünland) vergleichsweise niedrige Gesamtgehalte (689 mg kg^{-1} [11]), die sich auch nicht wesentlich von angrenzenden Ackerböden (708 mg kg^{-1} [12]) sowie deutschen Ackerböden (680 mg kg^{-1}) (WERNER et al. 1991) unterschieden. Eine Erklärung für die hohen Gesamtgehalte im vorliegenden Untersuchungsgebiet könnte die Agrarstruktur und das damit einhergehende Zukaufverhalten liefern. So wurde, klimatisch bedingt, in den letzten Jahrzehnten nur in einem geringen Ausmaß Ackerbau betrieben, womit über den Zukauf von Stroh und Kraftfuttermitteln möglicherweise eine erhebliche Menge an P in die Nährstoffkreisläufe der Betriebe eingebracht wurde. Über die Ausbringung der Wirtschaftsdünger könnte schließlich eine P-Anreicherung in den Böden stattgefunden haben. Diese Annahme wird durch die signifikant höheren P_t-Gehalte in gedüngten im Vergleich zu ungedüngten Böden bekräftigt (Tabelle 3). Allerdings wiesen im Untersuchungsgebiet auch ungedüngte Böden vergleichsweise hohe P_t-Gehalte

Tabelle 2: **Ausgewählte Phosphorfraktionen in terrestrischen und hydromorphen Talböden in der Tiefenstufe 0 bis 10 cm**

	terrestrische Grünlandböden (n= 106)				hydromorphe Grünlandböden (n= 70)			
	P_t	P_{CAL}	P_o	P_{CAL}	P_t	P_{CAL}	P_o	P_{CAL}
	mg kg^{-1}		%		mg kg^{-1}		%	
Median	1148	21	73,3	2,0	990	15	60,4	1,5
MW	1198	27	70,8	2,3	1066	22	62,0	2,2
V (%)	38	90	19,3	63,8	31	93	42,5	104,7
MIN	197	1	37,6	0,1	534	1	0,2	0,1
MAX	2600	204	95,5	9,1	2071	93	98,8	9,6

n= Anzahl der Bodenanalysen, MW= arithmetischer Mittelwert, V (%)= Variabilitätskoeffizient, Min= Minimum, Max= Maximum, P_t= Gesamtphosphor, P_{CAL}= CAL-löslicher Phosphor, P_o= organischer Phosphor, P_i= anorganischer Phosphor

Tabelle 3: **Gesamtphosphorgehalt und CAL-löslicher Phosphorgehalt in Abhängigkeit von der Düngung**

	P_t	P_{CAL}
	mg kg^{-1}	
ungedüngt (n = 66)	899	13
gedüngt (n = 110)	1224	22
Signifikanz	**p< 0,001**	**p< 0,001**

n= Anzahl der Bodenanalysen

Tabelle 4: **Korrelationskoeffizienten (Spearman) zwischen dem P_{CAL}- Gehalt im Boden und dem P-Gehalt im Pflanzenaufwuchs in Abhängigkeit des Bodenwasserregimes.**

	terrestrische Böden (n= 136)		hydromorphe Böden (n= 52)	
P_{CAL} (Spearman)	**P-Gehalt 1. Aufwuchs**	**P-Gehalt Gesamtaufwuchs**	**P-Gehalt 1. Aufwuchs**	**P-Gehalt Gesamtaufwuchs**
Korrelationskoeffizient	0,614	0,717	-0,240	-0,192
Signifikanz	<0,001	<0,001	0,086	0,172
Einstufung	mittel	stark	n.s	n.s

n= Anzahl der Bodenanalysen, n.s= nicht signifikant

auf, womit wahrscheinlich auch das Ausgangsgestein die Gehalte positiv beeinflusst hat.

Der Vergleich zwischen den Grünland- und Ackerböden (aus der Literatur) zeigt außerdem, dass sich diese nicht grundsätzlich bezüglich ihrer P_t-Gehalte unterscheiden[13]. Gleichzeitig stellten diverse Autoren fest, dass in Grünlandböden meistens niedrigere P_{CAL}-Gehalte als in Ackerböden vorlagen (LINDENTHAL 2000, HEINZLMAIER et al. 2008, HUEMER 2013). Auch im Untersuchungsgebiet waren die P_{CAL}-Gehalte, abgesehen von einigen Ausnahmen (Maximum 204 mg kg^{-1}), trotz hoher P_t-Gehalte sowohl in den hydromorphen als auch in den terrestrischen Böden niedrig (Tabelle 2). Gedüngte Böden wiesen vergleichsweise höhere P_{CAL}-Gehalte als ungedüngte Böden auf, bewertet nach den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (BMLFUW 2006) lagen jedoch selbst in gedüngten Böden im Median sehr niedrige P_{CAL}-Gehalte vor (Tabelle 3). Nach dieser Richtlinie galten sogar etwa 87 % (Ergebnisse nicht dargestellt) der untersuchten Böden als nicht ausreichend mit P versorgt (Gehaltsklasse A oder B). Der Anteil des CAL-löslichen P am Gesamtvorrat betrug nur rund 2 % (terrestrische Böden) bzw. 1,5 % (hydromorphe Böden) (Tabelle 2). In den Grünlandböden liegt somit vermutlich ein Mobilisierung- und weniger ein Mengenproblem vor. Der organische P nahm meist den größten Anteil (etwa 73 % in terrestrischen bzw. 60 % in hydromorphen Böden) am P_t ein (Tabelle 2). Eine Ausnahme stellte die Bodengruppe der Auböden und Augleye dar, in denen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften (meist junge Böden) häufig der anorganische P (Median: 54 %) dominierte (Ergebnisse nicht dargestellt). In Untersuchungen zur P-Mobilisierung ist somit im Besonderen auch die organische Fraktion als Quelle für die Grünlandvegetation zu berücksichtigen. Eine aktive Mikroorganismentätigkeit könnte für die P-Mobilisierung eine Schlüsselfunktion einnehmen (GERRETSEN 1948, OBERSON et al. 1993, SCHELLER 1993, RICHARDSON et al. 2009, SPOHN und KUZYAKOV 2013). Über verschiedene Maßnahmen, wie z.B. die Düngung, sind deshalb vor allem mikrobielle Prozesse anzuregen.

Entscheidend für die Praxis ist schließlich der im Futteraufwuchs vorliegende P-Gehalt. So ist das Grundfutter für die Wiederkäuerfütterung und somit für den Grünlandbetrieb der wichtigste Bestandteil in der Gesamtration (STEINWIDDER 2000). Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL 2000) empfiehlt in der Gesamtration für eine Milchleistung von 10 bzw. 40 kg d^{-1} Gehalte von 2,6 bzw. 4,0 g P kg^{-1} TM[14]. Im Untersuchungsgebiet wurden vor allem im 1. Aufwuchs relativ geringe P-Gehalte festgestellt (Median terrestrische Standorte: 2,9 bzw. hydromorphe Standorte: 2,3 g kg^{-1} TM). Allerdings lagen besonders im 1. Aufwuchs sehr hohe Trockenmasseaufwüchse vor, womit wahrscheinlich ein Verdünnungseffekt einherging.

Im 5. Aufwuchs von terrestrischen Böden lagen hingegen Gehalte von 4,2 g kg^{-1} TM (Median) vor. Da der 1. Aufwuchs einen erheblichen Anteil am Gesamtaufwuchs einnahm, waren auch die Gehalte im Gesamtaufwuchs mit 3,2 (terrestrisch) bzw. 2,7 g kg^{-1} TM (hydromorph) relativ niedrig. Dies stimmt mit den gleichzeitig niedrigen P_{CAL}-Bodengehalten gut überein. In den terrestrischen Böden lag zwischen dem P_{CAL}-Gehalt im Oberboden und dem P-Gehalt im 1. bzw. Gesamtaufwuchs ein signifikant positiver Zusammenhang vor. Aus den Korrelationskoeffizienten (mittel bis stark) (Tabelle 4) lässt sich folgern, dass auch noch weitere Faktoren für den P-Gehalt in den Pflanzen entscheidend sind bzw. dass aufgrund eines niedrigen P_{CAL}-Gehalts nicht mit Sicherheit auf einen geringen P-Gehalt im Pflanzenaufwuchs geschlossen werden kann. So zeigt DACCORD et al. (2001), dass bei Gräsern der P-Gehalt mit zunehmenden Alter stark absinken

[4] p= 0,013
[5] p= 0,006
[6] Median, n= 131, (0 - 10 cm)
[7] Median, n= 128, (0 - 10 cm)
[8] Median, n= 138, (0 - 10 cm)
[9] Median, n= 1295, (0 - 20 cm)
[10] Median, n= 303, (0 - 20 cm)
[11] Median, n= 45, (0 - 15 cm)
[12] Median, n= 48, (0 - 15 cm)
[13] Aufgrund der unterschiedlichen Probenahmetiefe sind Acker- und Grünlandböden nicht streng vergleichbar.
[14] Empfehlungen: leistungsabhängige P-Gehalte (LFL 2000): 20 kg d^{-1} = 3,3 g kg^{-1} TM; 30 kg d^{-1} = 3,6 g kg^{-1} TM;

kann. Die geringen P-Gehalte könnten somit auch auf einen suboptimalen Erntezeitpunkt zurückzuführen sein. So lagen im Untersuchungsgebiet bei intensiver Nutzung trotz ebenso geringer P_{CAL}-Gehalte im Boden höhere P-Gehalte im Pflanzenaufwuchs als bei extensiver Nutzung vor (Ergebnisse nicht dargestellt), wodurch diese Annahme bekräftig wird. Ein Vergleich zwischen den Gehaltsklassen (GK) nach den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung" (BMLFUW 2006) zeigte außerdem, dass in GK A signifikant geringere P-Gehalte in den Pflanzenaufwüchsen als in GK C vorlagen, zwischen den GK B und C wurde hingegen kein signifikanter Unterschied festgestellt (Ergebnisse nicht dargestellt). Für GK B wird nach den genannten Richtlinien ebenso eine über den Entzug liegende Düngermenge empfohlen. Eine Anpassung der Gehaltsklassen bzw. der Düngermengenzuschläge ist deshalb anzudenken. In den hydromorphen Böden wurden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den untersuchten Variablen festgestellt. In hydromorphen Böden scheint der P_{CAL}-Gehalt somit keine Aussagekraft über den pflanzenverfügbaren P-Anteil zu haben.

Bezüglich der bedarfsgerechten Versorgung der Tiere mit P gilt es außerdem zu bedenken, dass diese sehr stark vom Leistungsanspruch (z.B. Milchmenge) abhängig ist (siehe oben). Die geringen Gehalte im Grundfutter werden somit erst bei hohen Leistungen problematisch. Außerdem umfasst die Gesamtration in der Praxis neben dem Grundfutter meist zusätzliche Kraftfuttermittel und Mineralstoffe, die positiv zur P-Versorgung beitragen. STEINWIDDER (2000) stellte dazu in einer umfangreichen Untersuchung in österreichischen Milchviehbetrieben fest, dass die Tiere über die Gesamtration meist ausreichend bzw. sehr häufig sogar mit P überversorgt waren. Auch HÖRTENHUBER et al. (2013) sprechen sich dafür aus, dass trotz mäßiger P-Gehalte im Grundfutter die Versorgung über die Gesamtration meist mühelos sichergestellt werden kann. Im Einzelfall ist die Versorgung über die Rationsberechnung zu überprüfen. Achtsam müssen demnach „Low Input" Betriebe sein, da diese den P-Bedarf der Tiere vorwiegend über das Grundfutter decken.

Abschließend gilt es festzuhalten, dass sich die P-Versorgung im Grünland in einem Spannungsfeld bewegt dessen Lösung umfassender Überlegungen bedarf. Somit ist es für eine sachgerechte Düngung nicht zielführend, allein aufgrund geringer P_{CAL}-Gehalte Düngermengen über dem eigentlichen Entzug zu empfehlen, vor allem wenn dadurch der Einsatz mineralischer Dünger aus globalen Rohstofflagern forciert wird. Abgesehen davon werden die Tiere (Milchvieh) bei gegebener Praxis über die Gesamtration meist ausreichend mit P versorgt. Vor allem aber zeigte sich, dass in den untersuchten Grünlandböden trotz meist geringer P_{CAL}-Gehalte im Boden bzw. P-Gehalte im ersten Pflanzenaufwuchs vorwiegend hohe P-Gesamtgehalte (Boden) sowie gesamtbetrieblich ausgeglichene P-Salden ermittelt wurden, und somit ein Mobilisierungs- und kein Mengenproblem vorlag. Zukünftige Forschungsarbeiten zur P-Versorgung im Grünland sollten sich somit vorrangig auf den effizienten Einsatz von P und dessen Mobilisierung (v.a. der organischen Fraktion) konzentrieren.

Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDWIRTSCHAFTLICHER VERSUCHSANSTALTEN (ALVA) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. ALVA, Wien.

BAUMGÄRTEL, G., BREITSCHUH, G., EBERTSEDER, T., ECKERT, H., GUTSER, R., HEGE, U., HEROLD, L., WIESLER, F. & ZORN, W. (2007): Standpunkt Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Speyer. Online: http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/10-Naehrstoffbilanzierung.pdf (14.03.2013).

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (2012): Gruber-Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 35. Auflage, LfL, Freising.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 6. Auflage, BMLFUW, Wien. Online: http://oebg.boku.ac.at/files/rl_sgd.pdf (05.11.2012).

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW) (2008): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. 2. Auflage, BMLFUW, Wien.

BRADY, N. C. & WEIL, R. R. (2002): The nature and properties of soils. 13. Auflage, Prentice Hall, New Jersey.

BUCHGRABER, K. (2007): Phosphorversorgung beim Grünland. Der fortschrittliche Landwirt 5, 14–15.

BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (BUND) (2005): BUNDposition Klärschlamm. BUND, Köln. Online: http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/sonstiges/20050600_sonstiges_klaerschlamm_position.pdf (30.06.2013).

DACCORD, R., ARRIGO, Y., KESSLER, J., JEANGROS, B., SCEHOVIC, J., SCHUBIGER, F. & LEHMANN, J. (2001): Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. Agrarforschung 8 (7), 264–269.

FREYER, B. & PERICIN, C. (1993): Methoden der Nährstoffbilanzierung und ihre Anwendung am Beispiel von drei Bio-Betrieben. Landwirtschaft Schweiz 6 (10), 611–614.

FREYER, B. & PERICIN, C. (1996): Nährstoffhaushalt in biologisch bewirtschafteten Betrieben. Agrarforschung 3 (1), 29–32.

FROSSARD, E., JULIEN, P., NEYROUD, J.-A. & SINAJ, S. (2004): Phosphor in Böden Standortbestimmung Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 368, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

GALLER, J. (2007): Phosphormangel beginnt im Boden: Zu wenig Phosphor? Bauernjournal 27, 4–5.

GERRETSEN, F. C. (1948): The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. Plant and Soil 1 (1), 51–81.

GIGLER, G. (2001): Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Hoftorbilanzen von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in den NUTS III Regionen Liezen und Weinviertel. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

GRONEGGER, I. (2011): Von der Düngung zum Phosphor-Recycling. Wasserwirtschaft Wassertechnik 5, 42–44.

GRUBER, L. & STEINWIDDER, A. (1996): Einfluß der Fütterung auf die Stickstoff- und Phosphorausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere - Modellkalkulationen auf Basis einer Literaturübersicht. Die Bodenkultur 47 (4), 255–277.

HEINZLMAIER, F., FREUDENSCHUß, A. & GERZABEK, M. H. (2008): Der Versorgungszustand österreichischer Böden mit Pflanzennährstoffen - Ergebnisse der österreichischen Bodenzustandsinventuren. Die Bodenkultur 59 (1-4), 45–55.

HÖRTENHUBER, S., WEIßHAIDINGER, R., FRIEDEL, J. K., LINDENTHAL, T. & ZOLLITSCH, W. (2013): Phosphorversorgung und P-Kreisläufe auf österreichischen Bio-Grünlandbetrieben. In: LFZ Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), 18. Alpenländisches Expertenforum „Phosphor im Grünlandbetrieb - Bedeutung und aktuelle Problembereiche". LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 51–60.

HUEMER, C. (2013): Einfluss der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und des Reliefs auf den Nährstoffgehalt im Oberboden mit besonderer Berücksichtigung des Phosphors. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

JANDL, S. M. (2013): Nährstoffbilanzen von biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben im Grünlandgebiet bei reduziertem Kraftfuttereinsatz. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

KOLBE, H. & KÖHLER, B. (2008): Formen der Nährstoffbilanzierung in Praxis und Beratung des Ökologischen Landbaus. Online: http://orgprints.org/14925/ (13. 03. 2013).

KRIECHBAUM, J. (2013): schriftliche Mitteilung (07.03.2013).

LINDENTHAL, T. (2000): Phosphorvorräte in Böden, betriebliche Phosphorbilanzen, und Phosphorversorgung im Biologischen Landbau. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

MAATHUIS, F. J. (2009): Physiological functions of mineral macronutrients. Current Opinion in Plant Biology 12 (3), 250–258.

MARSCHNER, H. (1995): Mineral Nutrition of Higher Plants. 2.Auflage, Academic Press, London.

NESET, T.-S. S. & CORDELL, D. (2012): Global phosphorus scarcity: identifying synergies for a sustainable future. Journal of the Science of Food and Agriculture 92 (1), 2–6.

OBERSON, A., FARDEAU, J. C., BESSON, J. M. & STICHER, H. (1993): Soil phosphorus dynamics in cropping systems managed according to conventional and biological agricultural methods. Biology and Fertility of Soils 16, 111–117.

PETZET, S. & CORNEL, P. (2013): Phosphorus Recovery from Wastewater. In: Hester, R.E. & Harrision, R.H. (eds.), Issues in Environmental Science and Technology 37. „Waste as a Resource“. Royal society of chemistry, Cambridge, 110–143.

PÖTSCH, E. M. (2000): Auswirkungen der biologischen Wirtschaftsweise auf pflanzenbauliche Kennwerte im Dauergrünland. In: Österreichische Akademie der Wissenschaften, BAL Gumpenstein (Hrsg.), MAB-Forschungsbericht „Landschaft und Landwirtschaft im Wandel - Das Grünland im Berggebiet Österreichs“. BAL Gumpenstein, Irdning, 175–180.

PÖTSCH, E. M., RESCH, R. & BUCHGRABER, K. (2013): Auswirkung der Düngung auf P-Gehaltswerte im Boden und Futter sowie P-Bilanzen von Grünlandflächen. In: LFZ Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.), 18. Alpenländisches Expertenforum „Phosphor im Grünlandbetrieb - Bedeutung und aktuelle Problembereiche“. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 41–50.

PRASUHN, V. & BRAUN, M. (1994): Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Schriftenreihe der FAC Liebenfeld 17, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, Liebefeld-Bern.

RICHARDSON, A. E., BAREA, J.-M., MCNEILL, A. M. & PRIGENT-COMBARET, C. (2009): Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant and Soil 321 (1-2), 305–339. DOI: http://link.springer.com/10.1007/s11104-009-9895-2 (28.11.2013).

SCHELLER, E. (1993): Wissenschaftliche Grundlagen zum Verständnis der Düngungspraxis im ökologischen Landbau - aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Rahmenbedingungen. Selbstverlag, Dipperz.

SCHUSTER, R., DAURER, A., KRENMAYR, H. G., LINNER M., MANDL, G. W., PESTAL, G. & REITNER, J. M. (2013): Rocky Austria. Geologie von Österreich - kurz und bunt. Geologische Bundesanstalt, Wien.

SMIT, A. L., BINDRABAN, P. S., SCHRÖDER, J., CONIJN, J. & VAN DER MEER, H. (2009): Phosphorus in agriculture: global resources, trends and developments. Report to the Steering Committee Technology Assessment of the Ministery of Agriculture, Nature and Food Quality, Plant Research International, Wageningen.

SPOHN, M. & KUZYAKOV, Y. (2013): Phosphorus mineralization can be driven by microbial need for carbon. Soil Biology and Biochemistry 61, 69–75. DOI: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071713000692 (05.12.2013).

STEEN, I. (1998): Phosphorus availability in the 21st Century: Management of a non-renewable resource. Phosphorus and Potassium 217, 25–31.

STEINWIDDER, A. (2000): Futter und Nähstoffaufnahme, Leistung und Nährstoffversorgung von Kühen auf Milchviehbetrieben. In: Österreichische Akademie der Wissenschaften, BAL Gumpenstein (Hrsg.), MAB-Forschungsbericht „Landschaft und Landwirtschaft im Wandel - Das Grünland im Berggebiet Österreichs“. BAL Gumpenstein, Irdning, 167–174.

STEINWIDDER, A. (2013): mündliche Mitteilung (10.04.2013).

WEISSENSTEINER, C. (2014): Phosphorpools und Phosphorbilanzen im österreichischen Dauergrünland. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

WERNER, W., OLFS, H.-W., AUERSWALD, K. & ISERMANN, K. (1991): Stickstoff- und Phosphoreintrag in Oberflächengewässer über „diffuse Quellen“. In: Hamm, A. (Hrsg.), Studie über Wirkungen und Qualitätsziele von Nährstoffen in Fliessgewässern. Academia Verlag, Sankt Augustin, 665–764.

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (ZAMG) (2002): Klimadaten von Österreich 1971-2000. Online: http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm (03.04.2013).

ZOLLITSCH, W. (2013): mündliche Mitteilung (23.04.2013).

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 45 – 52
ISBN: 978-3-902849-12-0

Gülle und Bio-Grünland - wie passt das zusammen?

Walter Starz[1*], Rupert Pfister[1] und Hannes Rohrer[1]

Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Versuches wurde die Auswirkung von Grasmulch auf den Bestand und den Ertrag einer Dauerwiese untersucht. Ziel war es, den Eintrag von organischer Substanz bei reiner Gülledüngung zu verbessern. Dabei wurde in einem Verfahren der letzte Aufwuchs (4. Aufwuchs) gemäht und als gehäckseltes Mulchmaterial wieder auf den Parzellen ausgebracht. Bei den übrigen Parzellen wurde der 4. Aufwuchs gemäht und abgeführt. Alle Parzellen wurden zu vier Terminen mit Gülle gedüngt, wobei eine Jahresmenge von 100 kg Stickstoff je ha angewendet wurde.

Sowohl im Mengenertrag als auch im Energie- und Rohproteinertrag erreichten die gemulchten Varianten (9.590 kg TM/ha, 56.717 MJ NEL/ha und 1.387 kg XP/ha) signifikant geringere Werte als die viermal geschnittenen Varinanten (11.174 kg TM/ha, 66.383 MJ NEL/ha und 1.658 kg XP/ha). Obwohl über das Mulchmaterial zusätzlich 45 kg N/ha zugeführt wurden, konnte der Ertrag nicht gesteigert werden. Die Behandlung der Gülle mit Steinmehl zeigte keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter.

Schlagwörter: Ertrag, Blattflächenindex, Mulchen, Biologische Landwirtschaft, Steinmehl

Summary

This trial investigated the effects of grass mulch on permanent grassland regarding botanical composition and the yield. The aim was to improve the supply of organic matter in pure slurry fertilisation systems. In one variant the last growth (4th growth) was mowed and the chopped material was spread as mulch on the plots. In residual plots the green mass from 4th growth was cut and removed. All plots were fertilized with slurry (four times per year), with an annual amount of 100 kg nitrogen ha^{-1}.

Both in yield as in energy and crude protein yield mulched variants (9,590 kg DM ha^{-1}, 56,717 MJ NEL ha^{-1} and 1,387 kg XP ha^{-1}) reached significant lower amounts as four time cutting variants (11,174 kg DM ha^{-1}, 66,383 MJ NEL ha^{-1} and 1,658 kg XP ha $^{-1}$). The added mulch mass delivered 45 kg N ha^{-1}, but no effects were measured.

The treatment of slurry with rock flour had no effect on the parameters studied.

Keywords: yield, leaf area index, mulching, organic farming, rock flour

Einleitung

Am Beginn der Biologischen Landwirtschaft stand die Frage nach der optimalen Bodenbewirtschaftung und Düngeraufbereitung. Dieses Düngungsverständnis beruht in erster Linie darauf die Bodenlebewesen mit wertvollen Stoffen zu versorgen (Paulsen et al., 2009).

Güllesysteme finden auf Bio-Grünlandbetrieben immer mehr Verbreitung und werden teilweise kritisch gesehen (Danner, 2008). Gülle verfügt im Vergleich zum Festmist über deutlich weniger humusfördernde Materialien, was ein Hauptgrund für diese Betrachtung ist. Das negative Image der Gülle rührt aber auch von einer nicht ordnungsgemäßen Anwendung (Huguenin-Elie und Elsäßer, 2011) auf den Grünlandflächen. Ebenfalls wird in Verbindung mit Gülle immer der Begriff der Gülleflora (Bohner et al., 2011) gebracht. Andere Studien zeigen, dass bei sachgerechter Düngung die Gülle nicht zur Ausbreitung einzelner dominanter Arten beiträgt (Neff, 2011). Diese kontroversiellen Standpunkte verdeutlichen das Spannungsfeld in der Gülledskussion.

Gülle ist so wie Festmist ein wertvoller Wirtschaftsdünger auf einem Grünland-Betrieb. Dieser flüssige Wirtschaftsdünger findet in tiergerechten Milchviehhaltungssystemen immer größere Verbreitung und stellt ein Faktum dar. Daher ist eine zielorientierte Frage im Bereich der Gülle nicht, wie kann man sie vom Bio-Betrieb weg bekommen sondern wie kann man die Gülle einsetzten, damit sie sowohl das Bodenleben als auch das Pflanzenwachstum fördert.

Der Humusaufbau war ein zentraler Punkt bei der Entwicklung der Biologischen Landwirtschaft (Paulsen et al., 2009). Das Stroh im Festmist ist eine wichtige Kohlenstoffquelle für die Bodenlebewesen und den Humusaufbau. Da Gülle kaum ein Stroh enthält führte dies vielfach zur Schlussfolgerung, dass Gülle humusabauend wirken muss. Dabei wird in der Diskussen die Tatsache vergessen, dass in den Anfängen der Biologischen Landwirtschaft ausschließlich von Ackerböden ausgegangen wurde. Auf Ackerböden wirkt sich eine Reduktion der zugeführten organischen Düngerstoffe negativ auf den Humusgehalt aus, was Untersuchungen deutlich zeigten (Starz, 2010). Diese Erfahrungen wurden in weiterer Folge auf die Dauergrünlandböden übertragen, ohne dabei zu berücksichtigen, dass hier teilweise andere Verhältnisse vorherrschen. Beispielsweise sind die Humusgehalte in Dauergrünlandböden um ein vielfaches höher als in Ackerböden und daraus ergeben sich andere

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

Umsetzungsdynamiken.

Im Rahmen eines Versuches galt es zu klären ob im Dauergrünland die zusätzliche Einbringung von organischem Material, neben einer Gülledüngung, Vorteile mit sich bringt. Dazu wurde in einer Untersuchung (2009-2013) am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein der vierte Aufwuchs einer Schnittwiese auf der Fläche gemulcht und so zusätzliches organisches Material in das System eingebracht. Dieser Versuch wurde im Rahmen eines Semianares im April 2008 in Wien gemeinsam mit Bio-Beraterinnen und Bio-Berater entwickelt. Dabei sollten Fragen geklärt werden, ob es zu einer Veränderung des Pflanzenbestandes kommt, die Erträge sich verändern und Änderungen in der Futterqualität feststellbar sind.

Material und Methoden

Versuchsdesign und Standort

Der Versuchsstandort befand sich auf einer Schnittwiese am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels (Breite: 47° 30‘ 52,48“ N, Länge: 14° 03‘ 50,35“ E, 740 m Seehöhe, 7 °C ø Temperatur, 1014 mm ø Jahresniederschlag).Der Bodentyp der Versuchsfläche war ein Braunlehm von mittlerer Gründigkeit. Der pH-Wert des Bodens lag bei durchschnittlich 6,2, der Humusgehalt bei 10,1 % und der Tongehalt bei 13,7 %. Der Versuch wurde als zweifaktorielle Blockanlage in dreifacher Wiederholung angelegt (siehe Abbildung 1) und über fünf Jahre (2009-2013) durchgeführt.

Abbildung 1: **Versuchsplan und Lage der Varianten**

Tabelle 1: **Die vier untersuchten Varianten dieses Versuches**

Nutzungsart	Güllebehandlung	Abkürzung
4 Schnitte	ohne Behandlung	4S
3 Schnitte + Mulchung	ohne Behandlung	3SM
4 Schnitte	mit Steinmehl	4SB
3 Schnitte + Mulchung	mit Steinmehl	3SMB

Eine Faktorstufe war die Gülleform als unbehandelte bzw. mit Steinmehl (aus Diabas) behandelte Variante. Bei der Behandlung wurden 30 kg Steinmehl je m³ Gülle aufgewendet. Die Nutzungsart bildete den zweiten Faktor, wobei eine Variante viermal pro Jahr geschnitten wurde und die andere dreimal. Der vierte Aufwuchs in der 3-Schnittvariante wurde gemulcht (siehe Tabelle 1) und verblieb somit auf den Parzellen.

Pflanzenbestand und Blattflächenindex

Der Versuch wurde auf einer bestehenden Dauergrünlandfläche angelegt, die bisher zwei- bis dreimal geschnitten wurde und danach dem Jungvieh als Weide zur Verfügung stand.

Die Entwicklung des Pflanzenbestandes wurde in den Untersuchungsjahren 2009, und 2014 mit Hilfe der Flächenprozentschätzung dokumentiert. Die Entwicklung der Artengruppen (Kräuter, Leguminosen und Gräser) und Lücken wurde in jedem Untersuchungsjahr (2009-2013) und vor jedem Schnitt erhoben. Es wurde dafür die wahre Deckung (Schechtner, 1957) erhoben. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird.

Der Blattflächenindex bzw. LAI (leaf area index) beschreibt eine Verhältniszahl zwischen der Einstrahlung der Sonne über dem Bestand und jener Einstrahlung auf den Sonden-Messpunkten. Beispielsweise bedeutet ein LAI von 1, dass 1 m² Bodenoberfläche genau von 1 m² Blattmasse bedeckt wird. Vor den Schnitten wurde die Messung des LAI mit dem Gerät AccuPAR LP-80 in drei Bestandeshöhen (0, 10 und 20 cm) vorgenommen. Die Messung des LAI erfolgte ab dem Versuchsjahr 2011 und wurde dann bis 2013 standardmäßig zu jedem Schnitt durchgeführt.

Düngung, Mulch und Nährstoffbilanz

Die Düngung aller vier Varianten erfolgte nach einer definierten Stickstoffmenge, die mit 100 kg je ha festgesetzt wurde. Diese Menge wurde auf vier Termine aufgeteilt (siehe Tabelle 2).

Bei der Mulchung des letzten Aufwuchses wurden die zu mulchenden Parzellen mittels Motormäher abgeerntet und das Erntegut mit einem Probenhäcksler zerkleinert. Im Anschluss wurde das gehäckselte Material auf den Mulchparzellen wieder ausgebracht. Zuvor wurde die Mulchmenge gewogen sowie eine Probe entnommen um die Gehalte an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) zu bestimmen. Aus den über die Gülle und das Mulchmaterial zugeführten Nährstoffmengen sowie den durch das Schnittmaterial abgeführten Nährstoffe wurden für jede Variante Bilanzen für die drei Hauptnährstoffe N, P und K erstellt.

Tabelle 2: **Aufteilung der N-Menge aus Gülle pro Jahr**

Zeitpunkt	N-Menge in kg/ha
Frühling	25
nach 1. Schnitt	35
nach 2. Schnitt	30
nach 3. Schnitt	10

Erträge und Inhaltsstoffe

Zur Feststellung der Trockenmasse-Erträge wurde ein Mittelstreifen in jeder Parzelle geerntet. Der Schnittzeitpunkt war in allen vier Varianten gleich und die Ernte erfolgte mittels Motormäher (Schnitthöhe 5 cm). Das gesamte Erntegut des abgemähten Streifens wurde direkt am Feld gewogen und so die Frischmasse bestimmt. Vom Erntegut wurde ein Teil für die weiteren Analysen entnommen und in Plastiksäcken verpackt.

Die Proben wurden mit Hilfe eines Probenhäckslers zerkleinert und vom Häckselgut wurde aus einer Doppelprobe

der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Dazu wurde das frische Material bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Der restliche Teil der Frischprobe kam zur schonenden Trocknung (50 °C) in das hauseigene Chemische Labor. Hier wurden eine Weender Analyse sowie die Untersuchung der Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformeln (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Mulchung, Güllebehandlung, Jahr und bei den Inhaltstoffen und dem LAI der Schnitttermin sowie die Wechselwirkungen, die Spalten und Wiederholungszeilen der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen, wobei bei Auswertung der Inhaltstoffen und des LAI auch die Wechselwirkung der Zeile*Spalte als random verwendet wurde) 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. Signifikante Unterschiede wurden mit Hilfe des paarweisen Vergleiches der LSMEANS (Tukey-Test) durchgeführt und sich unterscheidende Werte sind mit Kleinbuchstaben (a,b,c) gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Wetter

Das Wetter im Versuchszeitraum (2009-2013) zeigte geringe Schwankungen (siehe Tabelle 3). Die Jahresniederschläge bewegten sich um das langjährige Mittel. Auch die Niederschlagssummen in der Vegetationszeit unterschieden sich zwischen den Jahren nur geringfügig. Dahingegen war die durchschnittliche Jahrestemperatur in allen Jahren deutlich über dem langjährigen Mittel.

Tabelle 3: **Jahresniederschläge und Niederschläge während der Vegetationszeit sowie die jährliche Durchschnittstemperatur in den Versuchsjahren.**

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013
Niederschlagssumme	mm	1132	988	981	1261	1035
Niederschlag i. d.Vegetationszeit	mm	855	803	769	882	722
Temperaturmittel	°C	8,6	7,7	8,8	8,5	8,5

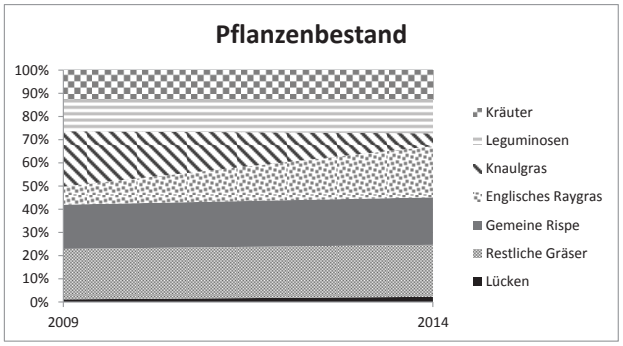


Abbildung 2: **Veränderungen im Pflanzenbestand während des Versuchszeitraumes**

Pflanzenbestand und Blattflächenindex

Auf der Ebene der Varianten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes festgestellt werden. Sehr wohl gab es Veränderungen über alle Varianten hinweg vom ersten Versuchsjahr 2009 bis zur abschließenden Bonitur im Jahr 2014 (siehe Abbildung 2).

Hier konnten gegensätzliche aber signifikante (p-Wert >0,0001) Veränderungen bei zwei Grasarten beobachtet werden. Knaulgras (*Dactylis glomerata*) nahm im Bestand von 24 auf 6 Flächenprozent von 2009 bis 2014 ab.
Im Gegenzug kam es zu einer Zunahme von Englischem Raygras (*Lolium perenne*) von 8 auf 22 Flächenprozent. Diese Beobachtung verdeutlicht, welche Grasarten extensiv und intensiv nutzbar sind. Knaulgras als starkwüchsiges Obergras hält langfristig vier Nutzung nicht aus und geht im Bestand zurück. Dagegen kommt das Englische Raygras mit häufiger Nutzung sehr gut zurecht und kann sich bei intensiver Nutzung gut behaupten. Bei den übrigen Arten und Artengruppen gab es kaum Veränderungen. So blieb der Anteil des Problemgrases Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) während der Versuchszeit konstant. Als Leguminose trat auf den Parzellen der Weißklee (*Trifolium repens*) auf. Auf der Seite der Kräuter war die dominierende Art der Kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*). Sowohl der Weißklee als auch der Kriechende Hahnenfuß kommen mit einer intensiven Schnittnutzung gut zurecht, da sie einen an der Bodenoberfläche verlaufenden Kriechtrieb besitzen, der bei der Nutzung wenig geschädigt wird.

Das die Nutzung, also die Anzahl der Schnitte pro Jahr, einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hat konnte bereits in einer anderen Untersuchung des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beobachtet werden (Angeringer et al., 2011).

Sowohl der Faktor Mulchen oder nicht Mulchen bzw. Güllebehandlung mit Steinmehl oder ohne Behandlung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Pflanzenbestand (siehe Tabelle 4).

Bei der Betrachtung der Artengruppen zu den jeweiligen Schnittzeitpunkten in jedem Versuchsjahr (siehe Abbildung 3) zeigte sich eine generelle Abnahme des Grasanteiles im letzten Versuchsjahr. Wie bereits oben erwähnt ist Knaulgras ausgefallen, das langfristig mit einer regelmäßigen intensiven Nutzung schlecht zurechtkommt. In diesem Fall wären begleitende Übersaaten mit Wiesenrispengras und Englischem Raygras anzuraten. Beide Grasarten sind an eine intensive Nutzung sehr gut angepasst und liefern hohe Erträge (Starz et al., 2013).
Dafür kam es ab dem 2. Schnitt zu einer Zunahme der Leguminosen. Dabei handelte es sich ausschließlich um den Weißklee, der mit den häufigen Schnitten gut zurecht kommt.

Die LAI Werte stiegen im Mittel der Versuchsjahre vom ersten zum dritten Schnitt hin leicht an (siehe Abbildung 4). Beim vierten Aufwuchs brach in allen drei gemessenen Höhen der LAI ein, da diese Bestände hier nicht mehr so dicht wuchsen. Bei Betrachtung der durchschnittlichen LAI Werte in den drei gemessen Jahren lässt sich erkennen, dass der Blattflächenindex in allen drei Messhöhen kontinuierlich abnahmen (siehe Abbildung 5). Auch diese Messergebnisse verdeutlichten den Rückgang

Tabelle 4: **Zusammensetzung des Pflanzenbestandes anhand des Faktors Mulchnutzung (Mulch= Mulchung des 4. Aufwuchses, Schnitt= Schnittnutzung aller 4 Aufwüchse) oder Güllebehandlung (SM= Behandlung mit Steinmehl, UB= unbehandelte Gülle)**

Parameter	Einheit	Mulch	Schnitt	SEM	p-Wert	SM Gülle	UB Gülle	SEM	p-Wert	se
Lücken	Flächen-%	2	2	0,3	0,7841	2	2	0,3	0,4518	0,8
Gras	Flächen-%	72	71	1,0	0,7998	70	73	1,0	0,0773	3,1
Englisches Raygras	*Flächen-%*	*15*	*15*	*0,7*	*0,6909*	*15*	*15*	*0,7*	*0,5791*	*2,5*
Gemeine Rispe	*Flächen-%*	*20*	*20*	*2,7*	*0,9530*	*20*	*20*	*2,7*	*0,8597*	*3,4*
Knaulgras	*Flächen-%*	*14*	*15*	*4,5*	*0,6532*	*13*	*16*	*4,5*	*0,3211*	*7,1*
Leguminosen	Flächen-%	14	14	0,9	0,4012	15	13	0,9	0,2043	2,6
Kräuter	Flächen-%	13	12	0,7	0,1006	13	12	0,7	0,0811	1,3

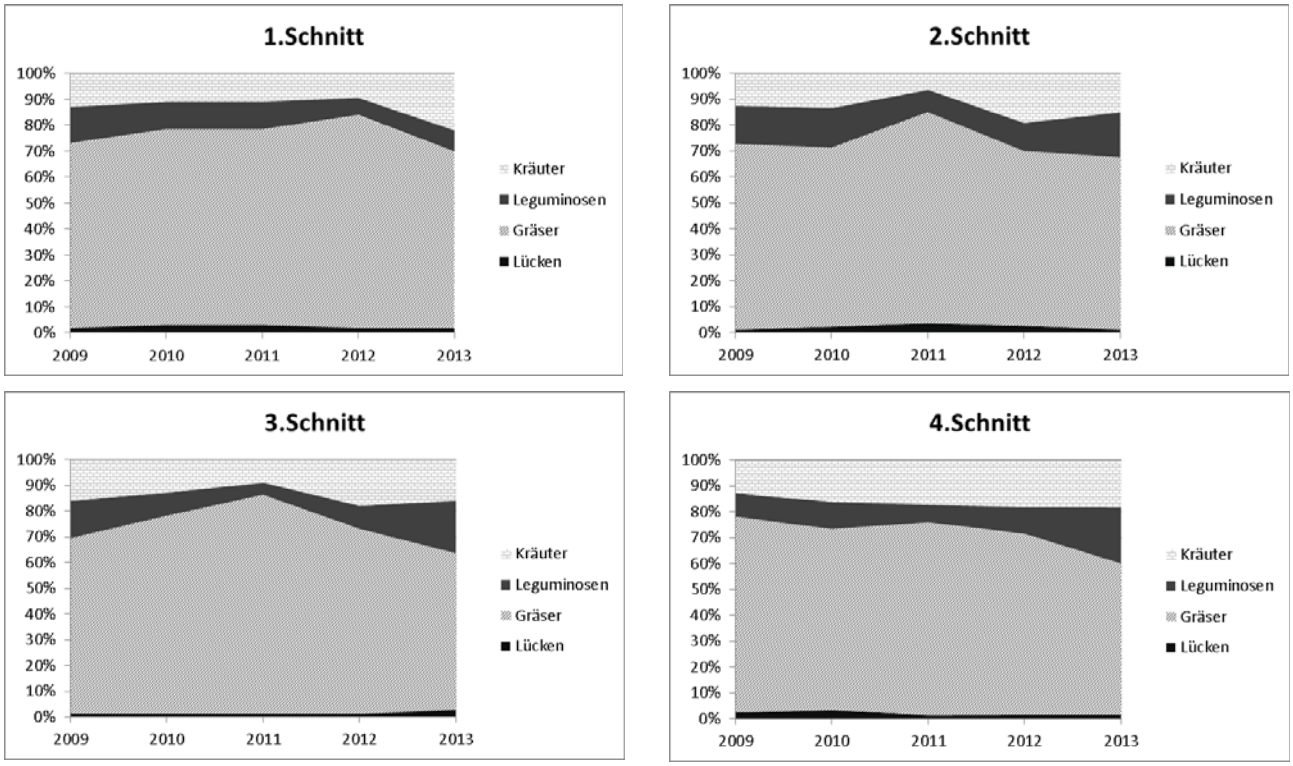


Abbildung 3: **Verläufe der Artengruppen und Lücken zu den einzelnen Schnitten in den Versuchsjahren 2009-2013**

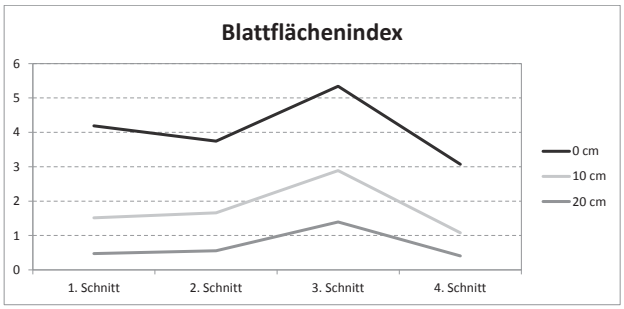


Abbildung 4: **Verlauf des LAI im Mittel der Versuchsjahre zu den 4 Schnitten in den drei gemessenen Bestandeshöhen**

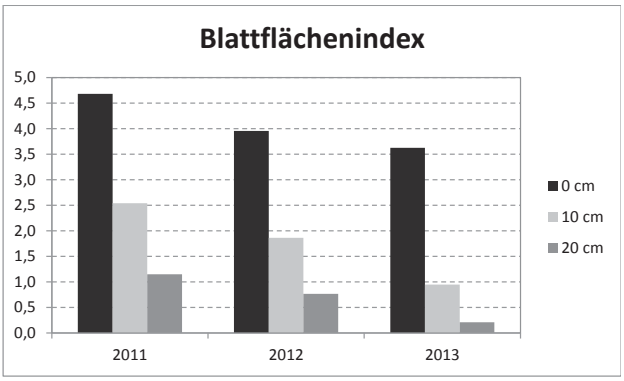


Abbildung 5: **LAI in den drei gemessenen Versuchesjahren für die drei gemessenen Bestandeshöhen**

der hoch aufwachsenden Obergräser sowie der generell geringer werdenden Grasanteile im Bestand.

Mulch und Nährstoffbilanz

Die gemulchte Menge des vierten Aufwuchses unterschied sich von 2009 bis 2012 signifikant (siehe Tabelle 5). Dabei wurde im ersten Jahr mit 616 kg/ha die geringste Menge geerntet. Dies lag daran, dass der erste Schnitt in diesem Jahr witterungsbedingt, etwas später angesetzt wurde und dann der vierte Aufwuchs weniger Zeit zum Wachsen hatte.

Ansonsten lagen die Mulchmassen im Mittel der Versuchsjahre 2010-2013 bei 1.851 kg/ha. Bei Betrachtung der N-, P- und K-Mengen im Mulchmaterial wird deutlich, dass teilweise beachtliche Nährstoffmengen enthalten waren. Diese Nährstoffmengen entsprachen einer vollen Düngergabe (BMLFUW, 2006). Durch das Mulchmaterial wurden diese Varianten mit bis zu 167 kg N/ha im Jahr 2011 versorgt, da 100 kg N/ha aus der Düngung mit Gülle stammten.

Tabelle 5: **Gewogene Mulchmenge und die N-, P- und K-Mengen in den Mulchmengen in den einzelnen Untersuchungsjahren**

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	SEM	p-Wert	s_e
Mulchmenge	kg/ha	616 [d]	2015 [b]	2710 [a]	1324 [c]	1357 [c]	165	<0,0001	249
N aus Mulch	kg/ha	20 [c]	57 [a]	67 [a]	40 [b]	40 [b]	6	<0,0001	9
P aus Mulch	kg/ha	3 [d]	10 [b]	13 [a]	7 [c]	7 [c]	1	<0,0001	1
K aus Mulch	kg/ha	11 [c]	41 [ab]	47 [a]	28 [b]	31 [b]	4	<0,0001	6

Tabelle 6: **Mengen- und Qualitätserträge sowohl für den Faktor Mulchung oder Schnittnutzung sowie Güllebehandlung mit Steinmehl (SM) oder ohne Behandlung (UB).**

Parameter	Einheit	Mulch	Schnitt	SEM	p-Wert	SM Gülle	UB Gülle	SEM	p-Wert	s_e
Schnittertrag	kg TM/ha	9.590	11.174	248	<0,0001	10.423	10.341	248	0,6565	684
Schnittertrag + Mulch	kg TM/ha	11.191	11.179	312	0,9522	11.263	11.108	312	0,4411	738
Energieertrag	MJ NEL/ha	56.717	66.383	1629	<0,0001	61.615	61.485	1629	0,9016	
3.909										
Rohproteinertrag	kg TM/ha	1.387	1.658	68	<0,0001	1.527	1.518	68	0,7435	99

Tabelle 7: **Futterinhaltstoffe für jeden Schnittzeitpunkt und über alle Varianten hinweg. Beim 4. Schnitt sind die analysierten Werte des Mulchmaterials inkludiert.**

Parameter	Einheit	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt	SEM	p-Wert	se
Energie	MJ NEL/kg TM	6,13 [a]	5,89 [b]	5,75 [c]	6,14 [a]	0,05	<0,0001	0,18
Rohprotein	g/kg TM	133 [c]	152 [b]	155 [b]	179 [a]	4	<0,0001	10
Rohfaser	g/kg TM	265 [a]	255 [b]	260 [ab]	205 [c]	5	<0,0001	13
Phosphor	g/kg TM	3,8 [c]	4,6 [b]	5,1 [a]	5,1 [a]	0,04	<0,0001	0,3
Kalium	g/kg TM	20,8 [b]	20,7 [b]	21,6 [a]	19,7 [c]	0,49	<0,0001	1,6

Tabelle 8: **Futterinhaltstoffe für jedes Versuchsjahr und über alle Varianten hinweg. Die analysierten Werte des Mulchmaterials sind inkludiert.**

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	SEM	p-Wert	se
Energie	MJ NEL/kg TM	5,80 [c]	5,97 [b]	5,91 [b]	5,96 [b]	6,25 [a]	0,05	<0,0001	0,18
Rohprotein	g/kg TM	151 [cd]	167 [a]	153 [bc]	146 [d]	157 [b]	4	<0,0001	10
Rohfaser	g/kg TM	257 [a]	244 [b]	255 [a]	255 [a]	219 [c]	5	<0,0001	13
Phosphor	g/kg TM	4,7 [ab]	4,8 [a]	4,4 [c]	4,6 [b]	4,7 [ab]	0,05	<0,0001	0,3
Kalium	g/kg TM	19,9 [c]	23,1 [a]	19,7 [c]	19,8 [c]	21,0 [b]	0,50	<0,0001	1,6

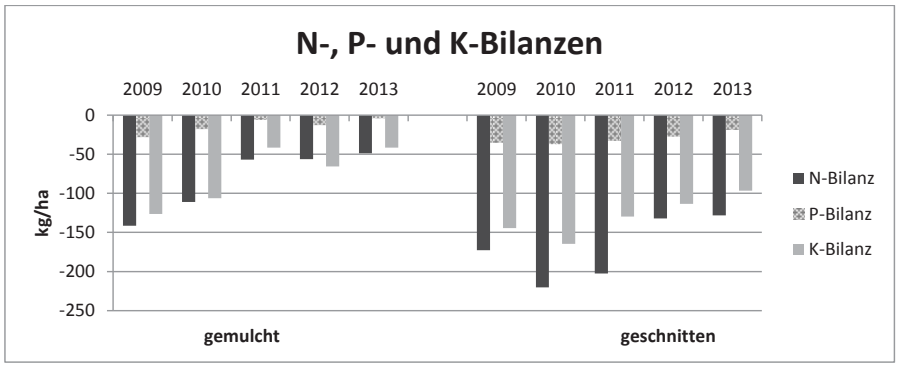


Abbildung 6: **Bilanzen der drei Hauptnährstoffe (N, P und K) für jedes Versuchsjahr und getrennt nach gemulchten und geschnittenen Versuchsvarianten**

Die Bilanzen für die drei Hauptnährstoffe waren in jedem Untersuchungsjahr negativ (siehe Abbildung 6). In diesen Bilanzen zeigten sich aber auch zwei Trends. In der gemulchten Variante waren die Bilanzen für alle drei Nährstoffe geringer als in den Varianten wo alle 4 Schnitte von der Fläche abgeführt wurden. Ebenfalls in Abbildung 6 erkennbar ist der Trend von 2009 zu 2013, dass die Bilanzsummen immer weniger negativ wurden. Hier fand bereits eine Angleichung des Systems statt. Wie aber auch im nächsten Kapitel ersichtlich nahmen die Mengenerträge im Laufe der Versuchszeit ab. Dadurch wurden weniger Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen und entzogen. Die Düngermenge über die Gülle wurde aber konstant gehalten. Die stark negative N-Bilanz muss etwas kritisch betrachtet werden, da in dieser Bilanz auch der über die N-Fixierung gewonnen N als Entzug verbucht wurde.

Mengenerträge und Futterqualität

Die Nutzung hatte in dieser Untersuchung einen signifikanten Einfluss auf die Mengenerträge. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, hatte die gemulchte Variante (Mulch) beim Schnittertrag mit 9.590 kg TM/ha einen um 1.584 kg TM/ha niedrigeren Ertrag als die nicht gemulchte Variante (Schnitt). Wird das gemulchte Material zur 3-mal geschnittenen Mulch Variante dazu kalkuliert, traten keine signifikanten Unterschiede mehr auf. Somit konnte in dieser Untersuchung keine Ertragssteigerung durch die Mulchung des letzten Aufwuchses im Dauergrünland gemessen werden. Die Behandlung der Gülle mit Steinmehl zeigte keinen Einfluss auf den Ertrag. Dasselbe Bild konnte beim Rohprotein- sowie beim Energieertrag gemessen werden (siehe Tabelle 6).

Ein möglicher Grund, warum das Mulchen zu keinen hö-

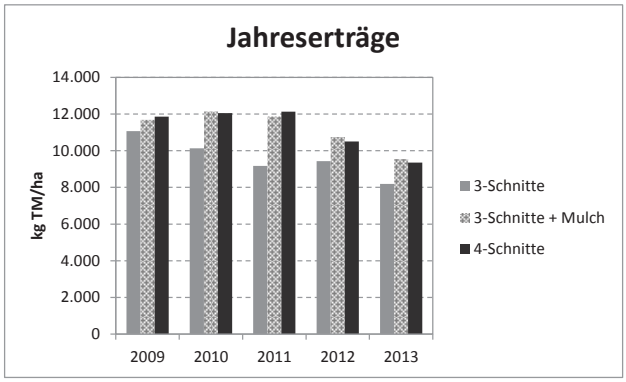


Abbildung 7: **Trockenmasseerträge in den einzelnen Versuchsjahre für die gemulchte Variante (3-Schnitte), die rein schnittgenutzte Variante (4-Schnitte) sowie die gemulchte Variante inkl. dem Mulchmaterial (3-Schnitte + Mulch)**

heren Erträgen führte, könnte in der Beschaffenheit von Grünlandböden liegen. Diese verfügen von Haus aus über hohe Humusgehalte, also große Mengen an Kohlenstoffverbindungen. Ein durchschnittlicher Grünlandstandort verfügt im Schnitt über 7 % organische Substanz (Schroeder, 1992), was deutlich höher ist als in Ackerböden (Gisi et al., 1997). Daher dürfte eine zusätzliche Einbringung organischer Materialen das Grünlandsystem wenig beeinflussen, wenn eine ordnungsgemäße und bedarfsgerechte Düngung durchgeführt wird.

Bei Betrachtung der Ertragsentwicklung im Versuchszeitraum zeigt sich das Bild von tendenziell abnehmenden Erträgen (siehe Abbildung 7). Da dieses Bild sowohl bei der nur geschnittenen Variante, als auch bei der gemulchten Variante beobachtet werden konnte, kann die Düngung als großer Einflussfaktor ausgeschlossen werden. Hier dürfte der Grund in der Entwicklung der Pflanzenbestände zu suchen sein. Es kam im letzten Versuchsjahr, während der Vegetationsperiode, zu einer Zunahme von Leguminosen und Abnahme von Gräsern. Wie bereits erwähnt, ist die Nutzung der hauptsächliche Faktor, der die Entwicklung der Dauergrünlandbestände beeinflusst. Vier Nutzungen sind für viele Arten zu intensiv und daher müssen in solchen Systemen begleitende Übersaaten vorgenommen werden, die vielschnittverträgliche Grasarten enthalten.

Da bei den Futterinhaltsstoffen für den Faktor Mulch und Güllebehandlung keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, erfolgt weiters die Darstellung zu den vier Schnittterminen sowie den Versuchsjahren (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8).

Die Energiedichte war beim ersten und vierten Schnitt mit knapp über 6 MJ NEL/kg TM am höchsten (siehe Tabelle 7). Dabei wurden Konzentrationen im frischen Futter erreicht, die für ein Grundfutter für laktierende Tiere optimal wären. Die Rohproteingehalte nahmen vom ersten Schnitt mit 133 g/kg TM bis zum vierten Schnitt mit 179 g/kg TM zu, was mit der Zunahme von Weißklee einhergeht. Zum vierten Schnitt nahm die Rohfaser stark auf 205 g/kg TM ab, was ebenfalls ein Zeichen dafür ist, dass krautige Pflanzen stärker im Bestand vertreten waren. Die Phosphorgehalte waren zu allen Schnittterminen sehr hoch und stiegen bis zum Herbst hin auf 5,1 g/kg TM signifikant an. Auch diese Entwicklung zeigte die Tendenz zu krautreicheren Beständen im Spätsommer rund Herbst. Die Werte für Kalium lagen im üblichen Bereich.

Die mittlere energiedichte im Laufe der Versuchsjahre stieg im letzten Jahr 2013 deutlich auf 6,25 MJ NEL/kg TM an und gleichzeitig sank die Rohfaserkonzentration auf 219 g/kg TM (siehe Tabelle 8). Dieses Bild bestätigt ebenfalls, die in der Bonitur festgestellte Zunahme von Weißklee während der Vegetationsperiode 2013 bis zum vierten Aufwuchs.

Schlussfolgerungen

Das zusätzliche Einbringen von organischen Materialien zeigte in dieser Untersuchung keinen Einfluss auf den Pflanzenbestand oder den Ertrag. Obwohl durch das Mulchgut des vierten Wiesenaufwuchses noch zusätzlich an die 45 kg Stickstoff, zu den 100 kg N aus der Gülle kamen, führte dies zu keinem Mehrertrag bzw. höheren Grasanteil auf der Fläche. Grünland-Standorte zeichnen sich durch hohe Humusgehalte und somit durch hohe Mengen an gespeichertem Kohlenstoff aus. Dies verdeutlicht, dass Dauergrünlandböden in Zeiten der Klimadiskussion wichtige CO_2 Senken darstellen.

Was in diesem Versuch noch anschaulich gezeigt werden konnte, war der starke Einfluss der Nutzung auf einzelnen Arten im Dauergrünland. Wird im Dauergrünland intensiviert so müssen immer auch begleitende Übersaaten durchgeführt werden. Englisches Raygras und Wiesenrispengras sind die zwei bedeutendsten Grasraten die sich an eine intensive Nutzung anpassen können. Daher gilt es beide Arten gezielt zu fördern und mittels Übersaaten in den Bestand zu bekommen.

Durch den ständigen Anfall organischer Substanz in der Dauerkultur Grünland dürften genügend organische Materialen anfallen, um die Grundumsetzungen im Humus zu gewährleisten. Voraussetzung für das Funktionieren dieses Systems ist eine gut geplante Düngerwirtschaft, mit der die organische Masse im Boden aktiviert werden kann. Daher ist auch Gülle ein wertvoller Wirtschaftsdünger am Bio-Betrieb, wenn er zielgerichtet und bedarfsgerecht ausgebracht wird.

Literatur

Angeringer, W., W. Starz, R. Pfister, H. Rohrer und G. Karrer, 2011: Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming. 16th Symposium of the European Grassland Federation, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. E. M. Pötsch, B. Krautzer and A. Hopkins. Irdning. 16, 353-355.

BMLFUW (2006): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Richtlinien für die Sachgerechte Düngung – Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage, Wien.

Bohner, A., Angeringer, W. und Sobotik, M. (2011): Ist die Gülleflora heute noch ein Problem? In: Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Würtemberg, 17.-18.10.2012, 218-221.

Danner, M. (2008): Wirtschaftsdünger im Biolandbau – Aufbereitung und Einsatz. ÖAG Sonderbeilage 3/2008, Der Fortschrittliche Landwirt, 8 S.

Gisi, U., Schenker, R., Schulin, R., Stadelmann, F. X. und Sticher, H., (1997): Bodenökologie. 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 193.

Gruber, L., Steinwidder, 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)

Huguenin-Elie, O. und Elsäßer, M. (2011): Chancen und Grenzen der Düngung des Grünlandes mit Gülle. In: Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Würtemberg, 17.-18.10.2012, 22-27.

Neff, R. (2011): Wirkung der Gülledüngung auf die Artenzusammensetzung einer artenreichen Goldhaferwiese. In: Gülle- und Gärrestedüngung auf Grünland, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Würtemberg, 17.-18.10.2012, 170-171.

Paulsen, H. M., S. Schrader und E. Schnug, 2009: Eine kritische Analyse von Ruschs Theorien zur Bodenfruchtbarkeit als Grundlage für die Bodenbewirtschaftung im Ökologischen Landbau. Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research 59(3), 253-268.

Schechtner, G. (1957): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 105, Heft 1, 33-43.

Schroeder, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten. 5. rev. u. erw. Auflage von Blum, W. E. H., Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, S. 12.

Starz, W. (2010): Düngungsverständnis und Düngerkonzepte in der Biologischen Landwirtschaft. In: Bericht 2. Umweltökologisches Symposium, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 02.-03.03.2010, 51-56.

Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer, 2013: Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm und U. Köpke. Bonn, 146-149.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 53 – 58
ISBN: 978-3-902849-12-0

Reduktion des Kraftfuttereinsatzes in einem Bio-Low-Input System - Wie reagieren unterschiedliche Kuhtypen?

Marco Horn[1*], Andreas Steinwidder[2], Rupert Pfister[2] und Werner Zollitsch[1]

Zusammenfassung

Ziel der Studie war es die Reaktion unterschiedlicher Kuhtypen auf eine Reduktion des Kraftfuttereinsatzes zu Laktationsbeginn in einem Low-Input-Milchproduktionssystem zu untersuchen. Bei den beiden Kuhtypen handelte es sich um konventionelles Braunvieh (BV) und spezielle Holstein-Friesian-Lebensleistungslinien (HFL). Während erstere nach dem für österreichisches Braunvieh etablierten Gesamtzuchtwert selektiert wurden, stand bei letzteren die Zucht auf hohe Lebensleistungen und Fitness im Vordergrund. Beide Kuhtypen wurden auf eine Kraftfutterkontroll- (Kon) und eine Kraftfutterreduktionsgruppe (Low) aufgeteilt und erhielten 618 kg bzw. 279 kg TM Kraftfutter pro Laktation. Die Ration bestand zusätzlich aus Grassilage und Heu während der Winterfütterung, sowie aus Weidegras und Heu während der Vegetationszeit. In den beiden Versuchsjahren wurden insgesamt 21 Laktationen von 13 BV Kühen und 29 Laktationen von 20 HFL Kühen erfasst und ausgewertet. Es wurden keine gesicherten unterschiedlichen Reaktionen der beiden Kuhtypen auf die Abnahme der Kraftfutterergänzung festgestellt. Die Milchleistung der Gruppe Low lag etwa 600 kg unter jener der Gruppe Kon, während kein signifikanter Einfluss der Rasse auf die Milchleistung beobachtet wurde. Damit übereinstimmend unterschied sich auch die Mobilisation von Körperreserven kaum zwischen den Kuhtypen. Obwohl beide Kuhtypen auf die Reduktion der Kraftfutterergänzung mit einer verstärkten Mobilisation von Körperreserven zu Laktationsbeginn reagierten, gab es keinen Einfluss des Kraftfutterniveaus auf die tiefsten gemessenen Werte für Körperkondition und Rückenfettdicke. Besamungsindex und Güstzeit unterschieden sich nicht zwischen den Rassen und wurden von der Reduktion der Kraftfutterergänzung nicht negativ beeinflusst.

Schlagwörter: Genotyp, Interaktion, Vollweide, Alpenraum

Summary

The aim of the present study was to compare the response of two different dairy cow types to the reduction of concentrate supplementation within an Alpine low-input system. The two cow types compared were conventional Austrian Brown Swiss (BV) and a specific strain of Holstein Friesian (HFL). While the former was bred within a multi trait index, selection of the latter was focused on improving lifetime milk performance and fitness. Both cow types were assigned to one of two concentrate supplementation levels which included 618 kg (Kon) and 279 kg DM (Low) of concentrates per cow and lactation. Additionally cows received grass silage and hay during the barn feeding period and had free access to a continuously grazed sward during the vegetation period. During the two years of the study, data were collected of 21 lactations from 13 individual BV animals and 29 lactations from 21 individual HFL animals. No significant interaction between breed and dietary treatment was observed for milk production, body tissue mobilisation or reproductive performance. Lactational milk yield significantly decreased when cows were fed Low diet, but no differences in milk production were observed between breeds. The reduction of concentrate supplementation increased body tissue mobilisation in early lactation, but observed values at nadir of body condition score and back fat thickness did not differ between dietary treatments. Number of services per pregnancy and days from calving to conception did not differ significantly between breeds or dietary treatments.

Keywords: genotype, interaction, grazing, Alps

Einleitung

Die Low-Input Milcherzeugung strebt hohe Grundfutteranteile und gleichzeitig niedrige Produktionskosten an. Im Vergleich zu herkömmlichen und auch im Alpenraum weit verbreiteten Milchproduktionssystemen zählen neben dem niedrigen Kraftfuttereinsatz auch eine niedrigere Umweltwirkung (BASSET-MENS et al. 2009) und die positive Einstellung der Konsumentinnen und Konsumenten gegenüber weidebasierter Milchproduktion zu den weiteren Vorteilen dieser Art von Milcherzeugung (DILLON et al. 2006). Obwohl diese für gewöhnlich in Regionen mit mildem Klima und langen Vegetationsperioden praktiziert wird, belegen

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Marco Horn, marco.horn@boku.ac.at

die Ergebnisse mehrerer Pilotstudien das Potential der weidebasierten Low-Input Milchproduktion im Alpenraum (THOMET et al. 2004, STEINBERGER et al. 2009, STEINWIDDER et al. 2010). Neben anderen Faktoren hängt die erfolgreiche Umsetzung wesentlich von der Eignung der verwendeten Kuhtypen für dieses System ab. Einerseits müssen die Tiere in der Lage sein Grundfutterkonserven und Weidegras effizient in Milch umzuwandeln, andererseits wird eine Synchronisation von Milchleistungs- und Graswachstumskurve durch Blockabkalbung angestrebt, was hohe Anforderungen an die Fruchtbarkeit stellt (HORAN et al. 2005b, EVANS et al. 2006). Versuchsergebnisse aus der Schweiz und Österreich deuten darauf hin, dass beachtliche Rassenunterschiede hinsichtlich der Eignung verschiedener Kuhtypen für alpine Low-Input Systeme bestehen (HORN et al. 2013, PICCAND et al. 2013). Da grundfutterbasierte Systeme ein gewisses Risiko einer zeitweisen Nährstoff- und Energie-Unterversorgung beinhalten, stellt sich speziell für die Low-Input Milcherzeugung auch die Frage wie unterschiedliche Kuhtypen auf Änderungen des Fütterungsniveaus reagieren. Während DELABY et al. (2009), HORAN et al. (2005b) und FULKERSON et al. (2008) einige signifikante Interaktionen zwischen Kuhtyp und Fütterungsniveau nachweisen konnten, war dies in den Studien von MACDONALD et al. (2008) und VANCE et al. (2013) nicht der Fall. Bis heute wurde allerdings noch keine vergleichbare Studie unter alpinen Bedingungen durchgeführt, weshalb es das Ziel der vorliegenden Arbeit war zwei unterschiedliche österreichische Kuhtypen auf zwei Kraftfutterniveaus in einem Low-Input Milchproduktionssystem zu vergleichen.

Tiere, Material und Methoden

Die Erhebungen der vorliegenden Studie wurden zwischen September 2011 und Januar 2014 mit der Milchviehherde des biologisch bewirtschafteten Lehr- und Forschungsbetriebs „Moarhof“ des Lehr- und Forschungszentrums Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

Bei den beiden Kuhtypen handelte es sich um österreichisches Braunvieh (BV) und speziell auf Lebensleistung selektierte Holstein Friesian Linien (HFL). Seit 1998 sind die drei Merkmalskomplexe Milch, Fleisch und Fitness im ökonomischen Gesamtzuchtwert für österreichisches BV mit 48, 5 und 47 % gewichtet (ZAR 2013). Die relativen Gesamt-, Milch- und Nutzungsdauerzuchtwerte der im Versuch verwendeten BV-Kühe betrugen 100, 95 und 108. HFL hingegen wurde in den letzten 50 Jahren in einem alternativen Zuchtprogramm auf hohe Lebensleistung gezüchtet. Dafür wurden die Stiere primär nach herausragender Lebensleistung ihrer Verwandten ausgewählt. Weiters waren hervorragende Fitness (Nutzungsdauer, Persistenz, Fruchtbarkeit etc.) und die Milchinhaltsstoffleistung in kg wichtige Selektionskriterien, während Milchmengenleistung und Exterieur nur eine untergeordnete Rolle spielten (HAIGER 2006). Die relativen Gesamt-, Milch- und Nutzungsdauerzuchtwerte der im Versuch stehenden HFL-Tiere waren 82, 64 und 113. Während der beiden Versuchsdurchgänge wurden 21 Laktationen von 13 BV-Kühen und 29 Laktationen von 20 HFL-Kühen erhoben. Im Schnitt über beide Versuchsdurchgänge befanden sich beide Rassen in der 3. Laktation.

Zu Beginn jedes Versuchsdurchgangs wurden die Tiere beider Rassen einem von zwei Kraftfutterniveaus (KFN) zugeteilt. Für die Kontrollgruppe (Kon) wurde die Kraftfuttermenge vom 1. bis zum 21. Laktationstag von 2 auf 7,5 kg TM gesteigert und danach für 2 Wochen konstant auf 7,5 kg TM gehalten. Anschließend erfolgte die Kraftfutterzuteilung milchleistungsabhängig, wobei die Tiere ab einer Tagesmilchleistung von 16 kg für jedes zusätzliche kg Milch 0,5 kg TM Kraftfutter erhielten. Die maximale Kraftfuttermenge pro Kuh und Tag war allerdings auch während dieser Phase mit 7,5 kg TM begrenzt. Die Tiere der Versuchsgruppe (Low) hingegen erhielten lediglich 50 % der Kraftfuttermenge der Gruppe Kon. Während der Stallfütterungsphase hatten die Kühe beider Gruppen freien Zugang zu Grassilage und erhielten zusätzlich 4,4 kg TM Heu pro Tag. Zu Beginn der Weideperiode wurde in beiden Versuchsdurchgängen eine schonende Übergangsfütterung umgesetzt. Während der Weidezeit bekamen die Tiere der Gruppe Kon ab einer Tagesmilchleistung von 24 kg für jedes zusätzliche kg Milch 0,5 TM kg Kraftfutter, wobei die maximale Kraftfuttermenge auf 2,6 TM kg beschränkt war. Auch in der Weideperiode betrug die Kraftfutterzuteilung der Gruppe Low 50 % der Gruppe Kon. Im Schnitt über die beiden Versuchsdurchgänge verbrachten die Tiere 210 Tage auf einer Kurzrasenweide (Weidebeginn und Weideende 2012: 3. April und 27. Oktober; Weidebeginn und Weideende 2013: 8. April und 5. November), wobei die Zielaufwuchshöhe 3,7-5,2 cm betrug (gemessen mit einem Rising Plate Metre). Der Kraftfutterverbrauch beider Rassen und Fütterungsgruppen ist in Abbildung 1 dargestellt.

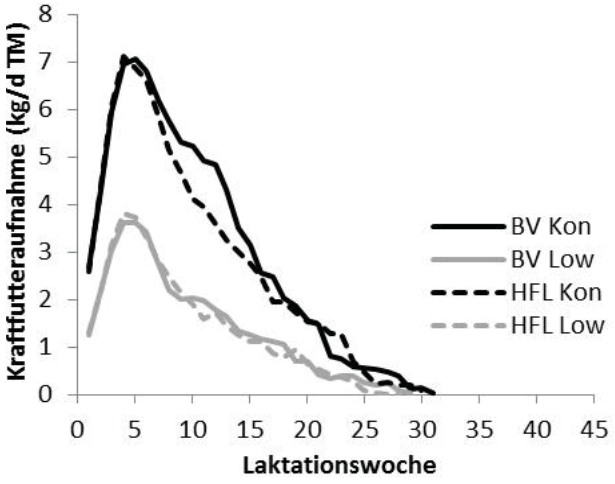


Abbildung 1: **Kraftfutteraufnahme von BV und HFL in der Kontroll (Kon)- und Versuchsgruppe (Low)**

Die Abkalbungen der Versuchstiere wurden in der Winterfütterungsphase konzentriert und im Mittel über beide Versuchsdurchgänge gingen die Tiere nach 115 Laktationstagen auf die Weide. Nach einer Wartezeit von 30 Tagen wurden brünstige Kühe künstlich besamt. Wurde allerdings bis zum 80. Tag nach der Abkalbung keine Brunst beobachtet, fanden eine tierärztliche Untersuchung und eventuell auch eine Behandlung statt. Tiere, die bis zum 30. Juni nicht erfolgreich belegt werden konnten, wurden am Ende der Laktation aus der Herde ausgeschieden. Das Trockenstellen erfolgte 60 Tage vor dem errechneten Abkalbedatum bzw. sobald die Tagesleistung unter 5 kg Milch fiel.

Tabelle 1: **Trockenmasse-, Nährstoff- und Energiegehalt der Rationskomponenten**

	Grassilage	Heu	Weide	Kraftfutter Winter[1]	Kraftfutter Weide[2]
Trockenmasse (g/kg)	375 ±45,3	833 ±28,9	170 ±18,2	866 ±9,4	870 ±11,1
NDF (g/kg TM)	458 ±31,7	498 ±37,2	413 ±39,2	189 ±26,8	204 ±7,3
ADF (g/kg TM)	304 ±18,1	303 ±16,0	259 ±29,2	67 ±11,0	69 ±7,2
Rohprotein (g/kg TM)	145 ±13,1	135 ±11,4	220 ±24,4	138 ±11,4	130 ±27,3
Rohasche (g/kg TM)	101 ±11,9	93 ±10,8	98 ±7,8	26 ±1,9	29 ±4,3
NEL (MJ/kg TM)4	6,1 ±0,18	5,6 ±0,13	6,6 ±0,29	8,0 ±0,04	8,0 ±0,05

[1]Kraftfutter Winterfütterung, [2]Kraftfutter Weidefütterung

Während der gesamten Laktation wurde die Milchmenge täglich elektronisch gemessen und dreimal wöchentlich wurden Milchproben zur Bestimmung von Milchinhaltsstoffen sowie Zellzahl gezogen. Die Versuchstiere wurden einmal wöchentlich gewogen und alle 14 Tage fanden eine Beurteilung der Körperkondition (BCS) (FERGUSON et al. 1994) und eine Messung der Rückenfettdicke (RFD) mit Ultraschall (SCHRÖDER and STAUFENBIEL 2006) statt. Zur Ermittlung des Nährstoff- und Energiegehalts wurden Grassilage, Heu, Weidegras und Kraftfutter monatlich beprobt. Die Nährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Für die statistischen Auswertungen wurden die Milchleistung-, Milchinhaltsstoff- und Futteraufnahmedaten in Wochenmittel zusammengefasst. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 (SAS INSTITUTE 2002) ausgewertet. Der jeweilige Verlauf von Milchleistung, Milchinhaltsstoffen, Lebendmasse (**LM**), BCS, und RFD wurde mit einem gemischten Modell ausgewertet (Prozedur: mixed; fixe Effekte: Rasse, KF-Niveau, Jahr, Laktation und Rasse×KF-Niveau; Kovariable: Laktationstag zu Weidebeginn; zufälliger Effekt: Tier innerhalb der Rasse; wiederholte Messung: Laktationswoche, Subjekt Tier innerhalb der Rasse, autoregressive Kovarianzstruktur; Freiheitsgradschätzung: Kenward-Rodger). Für Variable ohne wiederholte Messungen (Laktationsleistung, ECM Laktationsspitze, tiefste LM-Messung, Güstzeit…) enthielt das Modell nur die oben genannten fixen und zufälligen Effekte, sowie die Kovariable. Erstbesamungsindex und Besamungsindex wurden mit dem Chi-Quadrat bzw. Wilkoxon-Rangsummentest verglichen. Die Ergebnisse werden als least-square-means, Residualstandardabweichung (se) und P-Werte für Rasse ($\boldsymbol{P}_{\mathbf{Rasse}}$), KF-Niveau ($\boldsymbol{P}_{\mathbf{KFN}}$) und deren Wechselwirkung ($\boldsymbol{P}_{\mathbf{Rasse\times KF\text{-}Niveau}}$) dargestellt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse ausgewählter Milchleistungs-, Körperkonditions- und Fruchtbarkeitsmerkmale, sowie der Kraftfutterverbrauch sind in Tabelle 2 dargestellt. Wie geplant, erhielten die Tiere der Gruppe Low signifikant weniger Kraftfutter (P_{KFN}<0,001). Es wurde keine statistisch signifikante Interaktion zwischen Rasse und Kraftfutterniveau für die in Tabelle 2 angeführten Merkmale festgestellt. Sowohl die energiekorrigierte Milchleistung (**ECM-Leistung**) pro Laktation, als auch das Effizienz-Merkmal „relative ECM-Leistung pro kg metabolischer Lebendmasse“ der Gruppe Low lagen signifikant unter jener der Gruppe Kon (P_{KFN}=0,014 bzw. 0,044). Laktationslänge und Milchzellz ahl hingegen wurden weder von der Rasse noch vom Kraftfutterniveau beeinflusst. Im Durchschnitt der Laktation war HFL signifikant leichter als BV (P_{Rasse}=0,006). Bis auf einen tendenziell früher auftretenden BCS-Nadir (niedrigste BCS-Messung während der Laktation) von HFL (P_{Rasse}=0,090) wurden keine Rassenunterschiede in den Laktationsverläufen von BCS und RFD festgestellt. Die Tiere der Gruppe Low wiesen zwar tendenziell höhere BCS und RFD Werte in der ersten Laktationswoche auf (P_{KFN}=0,055 bzw. 0,082), allerdings bestanden keine Unterschiede hinsichtlich der tiefsten Beobachtungen von BCS und RFD. Der Abstand von der Abkalbung bis zur tiefsten Beobachtung von BCS und RFD war bei den Tieren der Low Gruppe kürzer, es bestand allerdings nur bei der RFD eine deutliche Tendenz (P_{KFN}=0,087). Weder die Rasse noch das Kraftfutterniveau hatten einen signifikanten Einfluss auf den Erstbesamungserfolg und Besamungsindex. Die Güstzeit der Tiere der Gruppe Low

Tabelle 2: **Einfluss der Rasse (BV und HFL) und des Kraftfutterniveaus (KFN; Kon und Low) auf Kraftfutterverbrauch sowie ausgewählte Merkmale der Milchleistung, Mobilisation von Körperreserven und Fruchtbarkeit**

	BV		HFL			*P*-Wert		
	Kon	Low	Kon	Low	se	Rasse	KFN	Rasse×KFN
Kraftfutterverbrauch (kg TM)	642	281	593	278	130,9	0,535	<0,001	0,556
Milchleistung								
Laktationslänge, (d)	309	300	295	286	28,2	0,281	0,363	0,995
ECM-Leistung (kg)[1]	6.363	5.643	6.021	5.570	593,8	0,585	0,014	0,505
Effizienz (kg ECM/kg $LM^{0,75}$)[2]	0,17	0,15	0,17	0,17	0,027	0,106	0,044	0,667
Zellzahl (n*1000)	75,8	82,1	92,0	88,8	82,63	0,146	0,779	0,504
LM, BCS und RFD								
LM (kg)	585	593	533	537	38,2	0,006	0,650	0,843
BCS Woche 1	3,1	3,3	3,0	3,2	0,28	0,179	0,055	0,596
BCS-Nadir[3]	2,4	2,3	2,3	2,4	0,16	0,850	0,773	0,679
Woche des BCS-Nadir4	31	28	26	24	3,8	0,090	0,175	0,680
RFD Woche 1 (mm)	24	25	24	27	3,6	0,581	0,082	0,630
RFD-Nadir (mm)[3]	19	18	19	19	1,9	0,675	0,493	0,482
Woche des RFD-Nadir4	25	21	26	22	7,1	0,893	0,087	0,951
Fruchtbarkeit								
Erstbesamungserfolg (%)	45	60	57	53		0,845	0,777	0,913
Besamungsindex (n)	1,6	1,4	1,4	1,6		0,861	0,893	0,928
Güstzeit (d)	79	68	81	78	33,9	0,853	0,055	0,716

[1]energiekorrigierte Milchleistung (3,2 MJ NEL/kg), [2]energiekorrigierte Milchleistung pro kg metabolische Lebendmasse, [3]niedrigste Körperkonditions- bzw. Rückenfettdickemessung während der Laktation, [4]Laktationswoche der niedrigsten Körperkonditions- bzw. Rückenfettdickemessung

war allerdings tendenziell kürzer (P_{KFN}=0,055).

Diskussion

Das in der vorliegenden Studie erreichte Milchleistungsniveau unterstreicht das Potential alpiner Low-Input Milcherzeugung und ist mit den Ergebnissen anderer Studien aus ähnlichen Produktionssystemen vergleichbar (DELABY et al. 2009, HORN et al. 2013, VANCE et al. 2013). Obwohl keine signifikante Wechselwirkung vorlag, scheint BV deutlich stärker auf die Veränderung des Kraftfutterniveaus als HFL zu reagieren. Betrachtet man die Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen Kon und Low im Verhältnis zur unterschiedlichen Kraftfutteraufnahme, so wird deutlich, dass, über die gesamte Laktation gerechnet, eine Reduzierung der Kraftfuttermenge um 361 kg TM bei BV bzw. 315 kg TM bei HFL die ECM-Leistung der beiden Rassen um 720 kg bzw. 451 kg verringerte. Das entspricht einem Rückgang der ECM-Leistung pro kg reduziertem Kraftfutter von 2,0 kg für BV bzw. 1,4 kg für HFL. Da die Selektion auf Milchleistung auch die Reaktion auf Kraftfutterergänzung verstärkt, kann der niedrigere ECM-Leistungsrückgang von HFL auf deren niedrigeres genetisches Milchleistungspotential zurückgeführt werden (KENNEDY et al. 2003, FULKERSON et al. 2008).

Da durch die positive genetische Korrelation (0.44 – 0.65) eine Selektion auf Milchleistung auch zu einer Erhöhung der Lebendmasse führt (VEERKAMP et al. 2003, HORAN et al. 2005b), liefern die unterschiedlichen Selektionsschwerpunkte der beiden Rassen auch einen Erklärungsansatz für die signifikant niedrigere Lebendmasse von HFL im Vergleich zu BV (-54 kg). Übereinstimmend mit dem sehr ähnlichen Milchleistungsniveau, zeigten sich auch für den Verlauf von BCS und RFD während der Laktation kaum Rassenunterschiede. Die Tiere der Gruppe Low wiesen zwar leicht höhere Verluste von Körperkondition und RFD von der Abkalbung bis zum Nadir auf. Da sich allerdings die niedrigsten gemessenen Werte für BCS und RFD nicht zwischen den Kraftfutterniveaus unterschieden, ist dies auf die tendenziell höhere Körperkondition und RFD zu Laktationsbeginn im Vergleich zu den Tieren der Gruppe Kon zurückzuführen (FRIGGENS et al. 2004). Gleichzeitig weist der geringere zeitliche Abstand der niedrigsten BCS- und RFD-Werte von der Abkalbung für die Gruppe Low auf eine raschere Mobilisation von Körperreserven zu Laktationsbeginn im Vergleich zur Gruppe Kon hin (DELABY et al. 2009).

Obwohl sich in einer früheren Untersuchung die Selektion auf Lebensleistung und Fitness auch in einer signifikant besseren Fruchtbarkeit von HFL im Vergleich zu BV wiederspiegelte (HORN et al. 2013), konnten in der vorliegenden Studie keine Rassenunterschiede hinsichtlich der Fruchtbarkeit beobachtet werden. Im Gegensatz zur zitierten Vorstudie wurden allerdings auch keine Rassenunterschiede im Milchleistungsniveau und der Mobilisation von Körperreserven festgestellt. Eine Vielzahl von Autoren weist auf den negativen Zusammenhang zwischen der Mobilisation von Körperreserven in der Frühlaktation und der Fruchtbarkeit von Milchkühen hin (u.a. PRYCE et al. 2001, ROCHE et al. 2009). Nichtsdestotrotz lag die Fruchtbarkeitsleistung der Versuchstiere insgesamt auf ausgezeichnetem Niveau und wurde, wie bereits von anderen Autoren für vergleichbare Fütterungssysteme berichtet, kaum von der Reduktion der Kraftfutterergänzung beeinflusst (HORAN et al. 2004, MACDONALD et al. 2007, WALSH et al. 2008, DELABY et al. 2009). Als Gründe für das Ausbleiben einer Verschlechterung der Fruchtbarkeitsleistung bei reduzierter Kraftfutterergänzung werden in der Literatur die freie Aufnahme von hochwertigem Grundfutter sowie das Einhalten der optimalen Körperkondition bei der Abkalbung (3,0-3,5) genannt (HORAN et al. 2005a, MACDONALD et al. 2008).

Schlussfolgerungen

Obwohl die verglichenen Kuhtypen aus grundsätzlich verschiedenen Zuchtprogrammen stammen, wurden in der vorliegenden Untersuchung keine statistisch gesicherten, unterschiedlichen Reaktionen auf die Reduktion der Kraftfutterergänzung festgestellt. Da sich die Kraftfutterergänzung insgesamt bereits auf sehr niedrigem Niveau befand, war auch die Spreizung der beiden Kraftfutterniveaus geringer als in anderen Studien. Der relativ geringe Rassenunterschied in der Milchleistung weist zusammen mit der numerisch etwas stärkeren Leistungsreaktion von BV auf die Änderung der Kraftfutterergänzung darauf hin, dass BV im vorliegenden Versuch sein genetisches Leistungspotential nicht voll ausschöpfen konnte. Damit übereinstimmend wurden auch keine Rassenunterschiede bei der Mobilisation von Körperreserven oder der Fruchtbarkeit beobachtet. Die Reduktion der Kraftfutterergänzung führte zwar zu einer stärkeren Mobilisation von Körpersubstanz zu Beginn der Laktation im Vergleich zu Gruppe Kon, zeitlich verzögert verloren die Tiere der Gruppe Kon aber im gleichen Ausmaß Körperreserven. Während die Milchleistung beider Rassen mit abnehmender Kraftfutterergänzung zurückging, wurden keine negativen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit beobachtet, was zeigt, dass sich die Tiere innerhalb physiologischer Grenzen auf das Kraftfutterniveau einstellen konnten.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung der Europäischen Gemeinschaft im Zuge des Siebten Rahmenprogrammes FP7-KBBE.2010.1.2-02, Gemeinschaftsprojekt SOLID (Sustainable Organic Low-Input Dairying; Finanzierungsvereinbarung no. 266367). Besonderer Dank gebührt den MitarbeiterInnen des Bio-Instituts für die Kooperation und die Betreuung der Versuchstiere. Abschließend danken die Autoren Hannes Roherer für die Unterstützung bei der Erhebung der Daten, sowie Walter Starz und Birgit Fürst-Waltl für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Literatur

BASSET-MENS, C., S. LEDGARD und M. BOYES, 2009: Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. Ecological Economics 68, 1615-1625.

DELABY, L., P. FAVERDIN, G. MICHEL, C. DISENHAUS und J. L. PEYRAUD, 2009: Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. animal 3, 891-905.

DILLON, P., D. P. BERRY, R. D. EVANS, F. BUCKLEY und B. HORAN, 2006: Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. Livestock Science 99, 141-158.

EVANS, R. D., M. WALLACE, L. SHALLOO, D. J. GARRICK und P. DILLON, 2006: Financial implications of recent declines in reproduction and survival of Holstein-Friesian cows in spring-calving Irish dairy herds. Agricultural Systems 89, 165-183.

FERGUSON, J. D., D. T. GALLIGAN und N. THOMSEN, 1994: Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. Journal of Dairy Science 77, 2695-2703.

FRIGGENS, N. C., J. B. ANDERSEN, T. LARSEN, O. AAES und R. J. DEWHURST, 2004: Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. Anim. Res. 53, 453-473.

FULKERSON, W. J., T. M. DAVISON, S. C. GARCIA, G. HOUGH, M. E. GODDARD, R. DOBOS und M. BLOCKEY, 2008: Holstein-Friesian Dairy Cows Under a Predominantly Grazing System: Interaction Between Genotype and Environment. Journal of Dairy Science 91, 826-839.

HAIGER, A. (2006): Zucht auf hohe Lebensleistung. In 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, Austria, 1-4.

HORAN, B., J. F. MEE, M. RATH, P. O'CONNOR und P. DILLON, 2004: The effect of strain of Holstein-Friesian cows and feed system on reproductive performance in seasonal-calving milk production systems. Animal Science 79, 453-468.

HORAN, B., J. F. MEE, P. O'CONNOR, M. RATH und P. DILLON, 2005a: The effect of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on postpartum ovarian function, animal production and conception rate to first service. Theriogenology 63, 950-971.

HORAN, B., P. DILLON, P. FAVERDIN, L. DELABY, F. BUCKLEY und M. RATH, 2005b: The Interaction of Strain of Holstein-Friesian Cows and Pasture-Based Feed Systems on Milk Yield, Body Weight, and Body Condition Score. Journal of Dairy Science 88, 1231-1243.

HORN, M., A. STEINWIDDER, J. GASTEINER, L. PODSTATZKY, A. HAIGER und W. ZOLLITSCH, 2013: Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. Livestock Science 153, 135-146.

KENNEDY, J., P. DILLON, L. DELABY, P. FAVERDIN, G. STAKELUM und M. RATH, 2003: Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. Journal of Dairy Science 86, 610-621.

MACDONALD, K. A., L. R. MCNAUGHTON, G. A. VERKERK, J. W. PENNO, L. J. BURTON, D. P. BERRY, P. J. S. GORE, J. A. S. LANCASTER und C. W. HOLMES, 2007: A Comparison of Three Strains of Holstein-Friesian Cows Grazed on Pasture: Growth, Development, and Puberty. Journal of Dairy Science 90, 3993-4003.

MACDONALD, K. A., G. A. VERKERK, B. S. THORROLD, J. E. PRYCE, J. W. PENNO, L. R. MCNAUGHTON, L. J. BURTON, J. A. S. LANCASTER, J. H. WILLIAMSON und C. W. HOLMES, 2008: A Comparison of Three Strains of Holstein-Friesian Grazed on Pasture and Managed Under Different Feed Allowances. Journal of Dairy Science 91, 1693-1707.

PICCAND, V., E. CUTULLIC, S. MEIER, F. SCHORI, P. L. KUNZ, J. R. ROCHE und P. THOMET, 2013: Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. Journal of Dairy Science 96, 5352-5363.

PRYCE, J. E., M. P. COFFEY und G. SIMM, 2001: The Relationship Between Body Condition Score and Reproductive Performance. Journal of Dairy Science 84, 1508-1515.

ROCHE, J. R., N. C. FRIGGENS, J. K. KAY, M. W. FISHER, K. J. STAFFORD und D. P. BERRY, 2009: Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. Journal of Dairy Science 92, 5769-5801.

SAS INSTITUTE, 2002: SAS Software 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SCHRÖDER, U. J. und R. STAUFENBIEL, 2006: Invited Review: Methods to Determine Body Fat Reserves in the Dairy Cow with Special Regard to Ultrasonographic Measurement of Backfat Thickness. Journal of Dairy Science 89, 1-14.

STEINBERGER, S., P. RAUCH und H. SPIEKERS, 2009: Vollweide mit Winterabkalbung. Schriftenreihe der LfL 8, 42-47.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, L. PODSTATZKY, L. KIRNER, E. M. PÖTSCH, R. PFISTER und M. GALLNBÖCK, 2010: Low-Input Vollweidehaltung von Milchkühen im Berggebiet Österreichs - Ergebnisse von Pilotbetrieben bei der Betriebsumstellung. Züchtungskunde 82, 241-252.

THOMET, P., S. LEUENBERGER und T. BLÄTTLER, 2004: Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. Agrarforschung Schweiz 11, 336-341.

VANCE, E. R., C. P. FERRIS, C. T. ELLIOTT, H. M. HARTLEY und D. J. KILPATRICK, 2013: Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey×Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production. Livestock Science 151, 66-79.

VEERKAMP, R. F., B. BEERDA und T. VAN DER LENDE, 2003: Effects of genetic selection for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. Livestock Production Science 83, 257-275.

WALSH, S., F. BUCKLEY, K. PIERCE, N. BYRNE, J. PATTON und P. DILLON, 2008: Effects of Breed and Feeding System on Milk Production, Body Weight, Body Condition Score, Reproductive Performance, and Postpartum Ovarian Function. Journal of Dairy Science 91, 4401-4413.

ZAR, 2013: Cattle breeding in Austria 2012. Federation of Austrian Cattle Breeders, Vienna.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 59 – 62
ISBN: 978-3-902849-12-0

Ausbildung zum Weidepraktiker - Wie bewerten die AbsolventInnen den Nutzen für die Praxis?

Marco Horn[1,2*], Veronika Edler[3], Andreas Steinwidder[4] und Liane Kaipel[1]

Zusammenfassung

Die Anforderungen an LandwirtInnen steigen ständig, daher wird die berufliche Weiterbildung auch in der Landwirtschaft immer wichtiger. Die Umsetzung des Gelernten in die Praxis gilt als wichtiger Maßstab für den Erfolg einer Weiterbildungsmaßnahme. Diesen Lerntransfer zu „messen" ist allerdings äußerst schwierig bzw. stehen bis heute noch keine wissenschaftlich abgesicherten Methoden und Instrumente dafür zur Verfügung. Ziel der vorliegenden Arbeit war eine Evaluierung des Lerntransfers der Ausbildung zum Weidepraktiker. Zu diesem Zweck wurde ein 17 Fragen umfassender Onlinefragebogen entwickelt und an die AbsolventInnen der Weidepraktiker-Ausbildung versandt. Die Rücklaufquote betrug 48 %. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Vielzahl der abgefragten Kernaspekte bereits vor Besuch der Ausbildung auf den Betrieben umgesetzt wurde. Maßnahmen die aufgrund der Ausbildung umgesetzt wurden waren vornehmlich solche die spezifisches Fachwissen (Bestimmung von Weidepflanzen, Anwendung von Software zur Weideplanung…) erfordern. Über 70 % der TeilnehmerInnen waren absolut der Meinung durch die Ausbildung motiviert worden zu sein das Management auf ihrem Betrieb zu optimieren und 67 % bewerteten den Nutzen der Ausbildung für ihren landwirtschaftlichen Berufsalltag als sehr gut. Trotzdem war die Mehrheit der Meinung, dass die praktische Umsetzung in zukünftigen Bildungsveranstaltungen noch mehr gefördert werden sollte. Als am besten geeignete Maßnahmen hierfür wurden Lernpartnerschaften und ein schriftliches Handbuch angesehen.

Schlagwörter: Erwachsenenbildung, Evaluierung, Lerntransfer, biologische Landwirtschaft

Summary

Requirements for farmer´s skills increase constantly and therefore professional training is gaining importance in the agricultural sector. The extent to which the gained knowledge and skills are transferred into practice is considered to be a key measure of the success of professional training. However, the transfer of learning is difficult to "measure" as sufficiently proven scientific methods are lacking. The aim of the present study was to evaluate the transfer of learning of the professional training course "Ausbildung zum Weidepraktiker". An online questionnaire including 17 questions was developed and sent out to alumni of the course. A return rate of 48 % was achieved. The results show that a number of the studied key aspects of the course were already implemented by the participants before visiting the training. Actions implemented because of the professional training were these which required expert knowledge (determining sward composition, using software to plan grazing management…). More than 70 % of the participants believed that the training motivated them to optimise their pasture management and 67 % rated the training´s benefit for agricultural practice as excellent. However, the majority of the alumni believed that there should be a stronger focus on transfer of learning in future trainings. The formation of learning partnerships or the creation of a manual including the contents of the course are perceived to support the transfer of learning.

Keywords: adult education, evaluation, transfer of learning, organic agriculture

Einleitung

Wie in vielen anderen Wirtschafts- und Lebensbereichen steigen auch in der Landwirtschaft die Anforderungen an BetriebsleiterInnen stetig an, wobei der beruflichen Weiterbildung ein strategisch wichtiger Stellenwert zukommt (GNEFKOW 2008, BANK und THIEME 2010). Um Weiterbildungsmaßnahmen für LandwirtInnen so effektiv (das Richtige tun) und effizient (das Richtige richtig tun) wie möglich zu gestalten, kommt der Qualitätssicherung und Entwicklung, dem sogenannten Bildungscontrolling, eine immer wichtigere Rolle zu (MORAT 2011).

Weil der nachhaltige Erfolg von Weiterbildungsmaßnahmen ganz wesentlich vom Transfererfolg abhängt, ist die Transferevaluierung das letzte und zentrale Element des Bildungscontrollings.

Dabei soll erfasst werden in welchem Ausmaß es gelingt, die während der Weiterbildung erworbenen Kompetenzen im praktischen Handeln umzusetzen und anzuwenden

[1] Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, A-1130 Wien
[2] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[3] Bio Austria, A-4021 Linz
[4] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Marco Horn, marco.horn@boku.ac.at

(FAULSTICH und ZEUNER 2010, MORAT 2011). Obwohl ein möglichst hoher Lerntransfer in die Praxis die zentrale Zielsetzung einer jeden Bildungsmaßnahme ist, wird er nur selten zur Evaluation von Bildungsmaßnahmen herangezogen, weshalb gerade in diesem Bereich derzeit wenige Ergebnisse vorliegen (GRANADOS CANNAWURF 2005, GUTKNECHT-GMEINER 2009, BANK und THIEME 2010). Ziel der vorliegenden Studie war daher eine Evaluation des Lerntransfers am Beispiel der Weidepraktiker-Ausbildung.

Die Ausbildung zum Weidepraktiker

Die Bedeutung der Weidehaltung von Wiederkäuern ging in den meisten europäischen Ländern während der letzten 50 Jahre merklich zurück. Aufgrund steigender Kosten für Energie, Maschinen, Ergänzungsfuttermittel und Futterkonserven sowie der zunehmenden Arbeitsbelastung nimmt das Interesse an Weidehaltungssystemen in den letzten Jahren aber wieder zu (STEINWIDDER et al. 2008). Zahlreiche Pilotstudien aus der Schweiz, Österreich und Süddeutschland belegen das Leistungspotential alpiner Weidesysteme und neben den oben genannten vornehmlich wirtschaftlichen Faktoren erfüllt die alpine Weidehaltung auch die hohen Erwartungen aufgeklärter KonsumentInnen (THOMET et al. 2004, STEINWIDDER et al. 2008, STEINBERGER et al. 2009). Weil die erfolgreiche Umsetzung betriebsangepasster Weidesysteme umfassendes Wissen voraus setzt, ist es wichtig Erkenntnisse aus der Forschung an Praxis und Beratung weiterzugeben und gleichzeitig den Erfahrungsaustausch zu fördern. Zu diesem Zweck wurde im Jahr 2012, als Kooperation von Bio Austria, der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik die Ausbildung zum Weidepraktiker ins Leben gerufen. Ziel der Ausbildung war aber nicht nur die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Bereich Weidehaltung mit der Praxis zusammenzuführen und somit das eigene Weidemanagement zu optimieren, sondern auch „BotschafterInnen für die Weide“ auszubilden, die einen wertvollen Beitrag für die Weiterentwicklung der Weidehaltung in Österreich leisten. Zielgruppe waren LandwirtInnen, BeraterIinnen und LehrerInnen die bereits eigene Erfahrungen mit der Weidehaltung gesammelt haben, diese aber weiter forcieren und optimieren wollen. Die Ausbildung wurde in den Jahren 2012 und 2013 in jeweils 4 Modulen (3×2 Tage und 1×1 Tag) abgehalten und bestand aus Vorträgen von ExpertInnen aus dem In- und Ausland, Übungsbeispielen und Betriebsbesuchen (BIO AUSTRIA 2013). Die beiden Ausbildungsdurchgänge wurden von insgesamt 65 TeilnehmerInnen absolviert (42 im Jahr 2012 und 23 im Jahr 2013).

Design und Auswertung des Fragebogens

Die Lerntransferevaluierung ist zwar das zentrale Ereignis des Bildungscontrollings, die Feststellung des Transfererfolgs ist allerdings hoch komplex bzw. gibt es noch keine wissenschaftlich abgesicherten und Methoden und Instrumente (BANK und THIEME 2010, MORAT 2011). Für die Evaluierung des Lerntransfers der Weidepraktiker-Ausbildung wurde ein Fragebogen mit geschlossenen, halboffenen und offenen Fragen gewählt um sowohl die Standardisierbarkeit der Antworten zu gewährleisten als auch die Möglichkeit individueller Antworten zu zulassen (PORST 2011). Der Fragebogen bestand aus 11 geschlossenen, 2 halboffenen und 4 offenen Fragen und war in vier Sektionen gegliedert. In der ersten Sektion sollten allgemeine Daten zur Person und zum Betrieb erhoben werden (8 Fragen). In der zweiten Sektion sollte festgestellt werden welche Aspekte der Ausbildung in der betrieblichen Praxis umgesetzt bzw. nicht umgesetzt wurden (3 Fragen). Die abgefragten Aspekte repräsentierten Kerninhalte der Ausbildung und wurden gemeinsam mit den an der Ausbildung beteiligten Vortragenden gewählt. Die dritte Sektion bezog sich auf eine rückwirkende Bewertung der Weidepraktiker-Ausbildung (4 Fragen). In der vierten und letzten Sektion ging es um die Förderung des Lerntransfers in zukünftigen Bildungsveranstaltungen (2 Fragen). Der Fragebogen wurde auf dem Internetportal umfrageonline.com erstellt und konnte auch online und völlig anonym ausgefüllt werden. Der Link zum Fragebogen wurde am 11. März 2014 an die 61 AbsolventInnen die einen landwirtschaftlichen Betrieb bewirtschaften ausgesendet. Bis zum 30. März 2014 füllten 29 AbsolventInnen den Fragebogen aus, was einer Rücklaufquote von 48 % entspricht. Die Fragebögen wurden mit Hilfe von Häufigkeitsverteilungen ausgewertet.

Ergebnisse

Aus Platzgründen kann im vorliegenden Beitrag nicht auf die Ergebnisse jeder einzelnen Frage des Fragebogens eingegangen werden. Stattdessen wird zu Beginn kurz die Zusammensetzung der Grundgesamtheit beschrieben und danach auf ausgewählte Aspekte des Fragebogens eingegangen.

Wie bereits die GesamtteilnehmerInnenzahl so unterschied sich auch der Anteil der BefragungsteilnehmerInnen merklich zwischen den Ausbildungsjahren und lag bei 66 bzw. 34 % für die Jahre 2012 und 2013. Das Geschlechterverhältnis war mit 93 % männlicher Teilnehmer sehr einseitig. Die TeilnehmerInnen waren im Durchschnitt 39 ±10,6 Jahre alt und 57 % waren BetriebsführerIn. Der Anteil der Haupterwerbsbetriebe lag bei 54 % und im Durchschnitt bewirtschafteten die Betriebe 24 ±15,2 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Fast 90 % der TeilnehmerInnen bewirtschafteten ihren Betrieb biologisch und die Teilnahme an der Weidepraktiker-Ausbildung erfolgte zu 100 % freiwillig.

In Abbildung 1 ist die Verteilung der Antworten auf die Frage „*Bitte geben Sie an, ob Sie die folgenden Maßnahmen auf Ihrem Betrieb umsetzen*“ dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass die TeilnehmerInnen eine Vielzahl der abgefragten Maßnahmen bereits vor Besuch der Ausbildung mehrheitlich umsetzten (a, c, d, h, j und k). Allerdings wurden auch einige Verbesserungen in den Bereichen Übersaat, Aufwuchshöhenmessung, computergestützte Weideplanung, Weideeinrichtungen und Wissensweitergabe erst aufgrund der Ausbildung umgesetzt (b, e, f, g und l). Über 70 % der TeilnehmerInnen waren absolut der Meinung durch die Ausbildung motiviert worden zu sein das Management auf ihrem Betrieb zu optimieren und 67 % bewerteten den Nutzen der Ausbildung für ihren landwirtschaftlichen Berufsalltag als sehr gut. Ebenfalls 67 % der TeilnehmerInnen waren absolut der Meinung, dass in zukünftigen Bildungsangeboten die praktische Umsetzung der Inhalte mehr gefördert werden sollte. Je ein Drittel der TeilnehmerInnen gab an, dass die Bildung von Lernpartnerschaften bzw. ein schriftliches Handbuch die Umsetzung

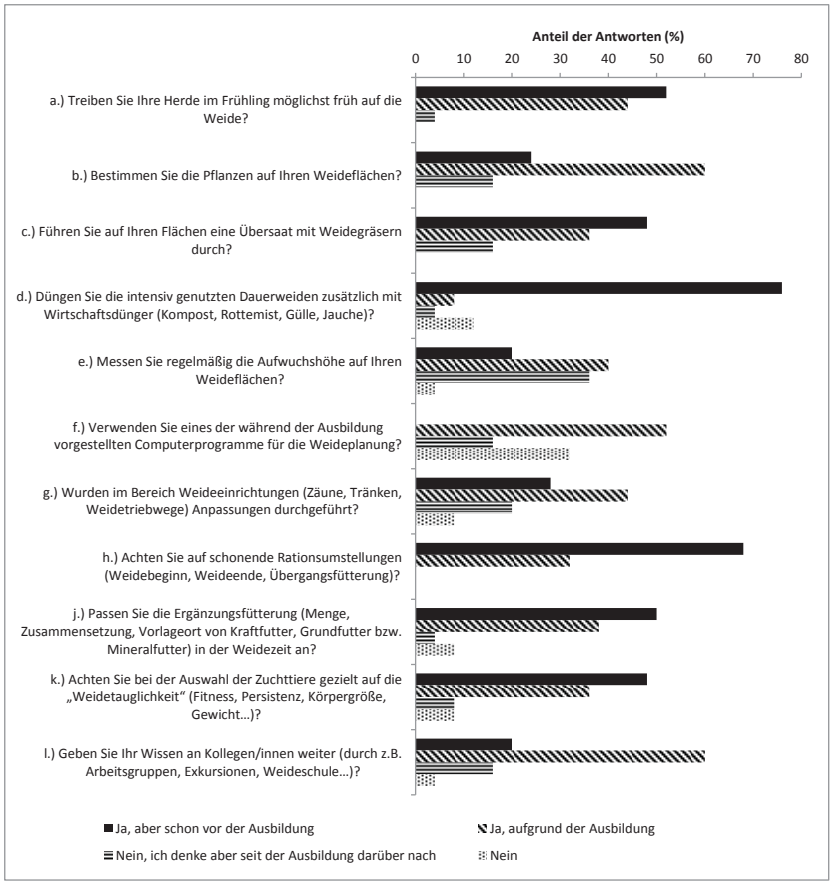


Abbildung 1: **Verteilung der Antworten auf die Frage „Bitte geben Sie an, ob Sie die folgenden Maßnahmen auf Ihrem Betrieb umsetzten"**

in die Praxis erleichtern würde.

Diskussion

Wie bereits erwähnt gilt die Feststellung des Transfererfolgs als hoch komplex bzw. stehen für die Evaluierung des Lerntransfers in die Praxis noch keine wissenschaftlich abgesicherten Methoden und Instrumente zur Verfügung (BANK und THIEME 2010, MORAT 2011). Mit der gewählten Methode des Online-Fragebogens konnte zwar nicht wie bei qualitativen Interviews auf personen- bzw. betriebsspezifische Gegebenheiten eingegangen werden, sie ermöglichte es jedoch die geografisch weit verstreuten AbsolventInnen zeitsparend zu befragen (REISCHMANN 2006).

Der Umstand, dass 6 der 11 abgefragten Kernaspekte bereits vor der Ausbildung auf den Betrieben umgesetzt wurde ist durch die gezielte Ansprache von LandwirtInnen die bereits Erfahrung mit Weidesystemen haben zu erklären. Daher kann davon ausgegangen werden, dass sich die TeilnehmerInnen bereits vor Besuch der Ausbildung mit der Thematik „Weide" beschäftigt hatten und deswegen bereits eine Wissens bzw. Erfahrungsbasis bestand. Demgegenüber wurden 5 der 11 abgefragten Kernaspekte mehrheitlich aufgrund des Besuchs der Ausbildung umgesetzt. Dabei fällt auf, dass für die Umsetzung dieser Aspekte spezifisches Fachwissen (z.B. botanische Kenntnisse zur Bestimmung des Weidebestands, Einführung in die Nutzung von Computerprogrammen zur Weideplanung…) nötig ist. Es liegt also nahe, dass in diesen Aspekten der Wissenszuwachs am größten war und die neuerlangten Kompetenzen nach der Ausbildung umgesetzt werden konnten. Auch bei CIMER (2011) wurde der größte Wissenszuwachs in vor der Ausbildung wenig bekannten Inhalten festgestellt. Die hohe Motivation der TeilnehmerInnen aufgrund der Ausbildung ihren Betrieb zu optimieren (71% waren absolut dieser Meinung) spiegelt sich auch in den geringen Häufigkeiten der Antwort „Nein" in Abbildung 1 wieder. Wie von FAULSTICH und ZEUNER (2010) festgestellt lässt sich der wahre Erfolg einer Weiterbildungsveranstaltung nur daran messen, inwieweit es gelingt das Gelernte auch in die Praxis umzusetzen. Dies lässt sich beim Durchführungscontrolling während oder unmittelbar nach Ende einer Bildungsveranstaltung kaum erfassen (PARTEY 2008). Umso erstaunlicher ist es, dass sich die Ergebnisse auf die Frage nach der Beurteilung des Nutzens der Weidepraktiker-Ausbildung im landwirtschaftlichen Berufsalltag in der unmittelbar nach der Ausbildung durchgeführten Seminarevaluierung (HOCHSCHULE FÜR AGRAR- UND UMWETLPÄDAGOGIK 2012 und 2013) und ein bzw. zwei Jahre nach Ausbildungsende (vorliegende Studie) fast decken und zu zwei Dritteln mit sehr gut geantwortet wurde. Obwohl, wie erwähnt, alle abgefragten Kernaspekte der Ausbildung von den TeilnehmerInnen mehrheitlich bereits vor der Ausbildung umgesetzt bzw. aufgrund der Ausbildung umgesetzt wurden, war die Mehrheit der Befragten absolut der Meinung, dass in zukünftigen Bildungsangeboten der Transfer in die Praxis noch stärker gefördert werden sollte. In der Auswertung von HELLER (2006) gaben die befragen Schweizer LandwirtInnen an, dass Weiterbildungsveranstaltungen die Theorie mit Beispielen aus der Praxis verknüpfen oder selbst praktisch arbeiten lassen den Lerntransfer erleichtern. Weiters wurden auch Nachschlagewerke und Unterstützung bei der Umsetzung als für den Lerntransfer förderlich genannt. Diese Ergebnisse decken sich sehr gut mit jenen der vorliegenden Studie, denn jeweils ein Drittel der TeilnehmerInnen gab bei der Frage nach transferfördernden Maßnahmen Lernpartnerschaften oder ein schriftliches Handbuch an.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Lerntransferevaluierung lassen den Schluss zu, dass die Ausbildung zum Weidepraktiker von den TeilnehmerInnen sehr gut aufgenommen, bewertet und in die Praxis umgesetzt wurde. Dies spricht für die umgesetzte Organisation in Modulen mit theoretischem Input und praktischen Tätigkeiten. Obwohl der praktische Nutzen der Ausbildung sowohl unmittelbar nach Ausbildungsende als auch in der durchgeführten Lerntransferevaluierung überwiegend mit sehr gut bewertet wurde, wünschen sich die TeilnehmerInnen für zukünftige Bildungsveranstaltungen einen noch stärkeren Fokus auf transferfördernde Maßnahmen. Dabei wird deutlich, dass die TeilnehmerInnen gerne

Begleitung bei der Umsetzung des Gelernten hätten (z.B. regionale Arbeitsgruppen) bzw. sich weitere Werkzeuge, die ihnen bei der Umsetzung helfen, wünschen.

Literatur

BANK, V. und K. THIEME, 2010: Ansätze des Weiterbildungscontrollings in der unternehmerischen Praxis. Berichte aus der Berufs- und Wirtschaftspädagogik 6, 1-43.

BIO AUSTRIA, 2013: Ausbildung zum Weidepraktiker – Österreichs Botschafter für die Weide. http://www.bio-austria.at/biobauern/aktuell/oesterreichweit__1/ausbildung_zum_weidepraktiker_oesterreichs_botschafter_fuer_die_weide, 29.07.2014.

CIMER, K., 2011: Ein Beitrag zur Evaluierung der Ausbildung zum/zur Kuhpraktiker/in. Bachelorarbeit, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik Wien.

FAULSTICH, P. und C. ZEUNER, 2010: Erwachsenenbildung. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.

GNEFKOW, T., 2008: Lerntransfer in der betrieblichen Weiterbildung - Detreminanten für den Erfolg externer betrieblicher Weiterbildungen im Lern- und Funktionsfeld aus Teilnehmerperspektive. Doktorarbeit, Universität Bielefeld.

GRANADOS CANNAWURF, R. A., 2005: Trainings-Transfer: Eine Langzeitstudie der zugrunde liegenden Prozesse. Doktorarbeit, Justus Liebig-Universität Gießen.

GUTKNECHT-GMEINER, M., 2009: Evaluation (in) der Erwachsenenbildung - Eine kritische Würdigung der aktuellen Praxis und Analyse möglicher Handlungsfehler. Magazin erwachsenebildung.at 7/8, 161-173.

HELLER, C., 2006: Wie kann erreicht werden, dass Bäuerinnen und Bauern nach einer Weiterbildung noch mehr des Gelernten in die Praxis umsetzen? Diplomarbeit, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft.

HOCHSCHULE FÜR AGRAR- UND UMWETLPÄDAGOGIK, 2012: Seminarevaluierung Ausbildung zum Weidepraktiker. Unveröffentlichte Daten, Hochschule für Agrar- und Umwetlpädagogik Wien.

HOCHSCHULE FÜR AGRAR- UND UMWETLPÄDAGOGIK, 2013: Seminarevaluierung Ausbildung zum Weidepraktiker. Unveröffentlichte Daten, Hochschule für Agrar- und Umwetlpädagogik Wien.

MORAT, J., 2011: Qualitätsmanagement und Bildungscontrolling in der forstlichen Aus-, Fort- und Weiterbildung. BFW Praxis Information 26, 8.

PARTEY, J., 2008: Möglichkeiten und Grenzen im Weiterbildungscontrolling. Diplomarbeit, Fachhochschule für Wirtschaft Berlin.

PORST, R., 2011: Fragebogen - Ein Arbeitsbuch. VS Verlag, Wiesbaden.

REISCHMANN, J., 2006: Weiterbildungs-Evaluation: Lernerfolge messbar machen. Ziel-Verlag, Augsburg.

STEINBERGER, S., P. RAUCH und H. SPIEKERS, 2009: Vollweide mit Winterabkalbung. Schriftenreihe der LfL 8, 42-47.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, R. PFISTER, E. M. PÖTSCH, E. SCHWAB, E. SCHWAIGER, L. PODSTATZKY, M. GALLNBÖCK und L. KIRNER, 2008. Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. In 4. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, pp. 5-80. Irdning.

THOMET, P., S. LEUENBERGER und T. BLÄTTLER, 2004: Projekt Opti-Milch: Produktionspotenzial des Vollweidesystems. Agrarforschung Schweiz 11, 336-341.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 63 – 66
ISBN: 978-3-902849-12-0

Einfluss der Laktationszahl auf Laktationskurven- und Lebendmasseverlauf von Kühen unterschiedlicher genetischer Herkunft bei Low-Input Vollweidehaltung im Berggebiet

Raphaela Mertens[1*], Marco Horn[1], Andreas Steinwidder[2] und Werner Zollitsch[1]

Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es, einerseits die Milchleistung und -effizienz von Braunvieh (BV) und Holstein Friesian der Lebensleistungszucht (HFL) bei Low-Input Vollweidehaltung im Berggebiet zu vergleichen, andererseits sollten auch Rückschlüsse auf die Reifetypen der beiden Rassen gezogen werden. Aufbauend auf die Arbeit von Horn et al. (2013) wurden daher die Unterschiede zwischen BV und HFL hinsichtlich des Verlaufs der Milchparameter, der Körperkondition und der Lebendmasse in Bezug auf die jeweilige Laktationszahl untersucht. Über einen Zeitraum von sieben Jahren wurden 137 Laktationen (61 BV; 76 HFL) ausgewertet, wobei zwischen der ersten, der zweiten, der dritten und der vierten (bzw. folgenden) Laktation unterschieden wurde.

Sowohl bei der Milch- und der ECM-Leistung als auch bei der Effizienz der Milchleistung (ECM/kg $LM^{0,75}$) wurde kein signifikanter Einfluss der Rasse festgestellt, jedoch wurden diese Leistungen mit der Zahl der Laktation signifikant gesteigert. Die bei HFL im Vergleich zu BV nach der dritten Laktation numerisch höheren Zunahmen der Milch- und der ECM-Leistung können als Hinweis für eine spätere Reife dieses Kuhtyps gesehen werden. Insgesamt wies HFL einen signifikant niedrigeren Milcheiweißgehalt und eine signifikant niedrigere Gesamteiweißleistung auf als BV.

Signifikant durch die Laktationszahl beeinflusst wurden unter anderem die Gesamtfett- und die Gesamt-Eiweißleistungen, welche mit zunehmender Laktationszahl teils signifikant und teils numerisch gesteigert wurden. Zudem konnte der Einfluss der Laktationszahl auf den Milcheiweiß- und den Milchfettgehalt und den Fett-Eiweißquotienten statistisch abgesichert werden. Der Milcheiweißgehalt war in der ersten Laktation am niedrigsten, der Milchfettgehalt am höchsten. Infolgedessen lag der FEQ in der ersten Laktation signifikant höher als in den weiteren Laktationen. Die Wechselwirkung von Rasse und Laktationszahl hatte einen tendenziellen Einfluss (P= 0,055) auf den Fettgehalt der Milch, welcher bei BV in der ersten Laktation signifikant höher lag als bei HFL.

Obwohl diese Parameter insbesondere bei BV auf eine vermehrte Mobilisation von Körpermasse während der

Summary

The purpose of the present study was to compare two different Austrian dairy cow breeds in an organic, low input pasture-based production system under Alpine conditions concerning their milk yield and their milk production efficiency. Furthermore, conclusions were drawn on the early- or late-maturing of each cow breed. Therefore, records from 137 lactations of Brown Swiss (BS) and a special breed of Holstein Friesian (HFL), which was selected for lifetime performance, were analysed regarding the development of various lactation parameters, body weight and body condition as influenced by parity.

Milk yield, milk production efficiency (ECM/kg $BW^{0,75}$) and ECM yield were not significantly affected by breed, however increased significantly with number of parity. As the rise in milk yield and ECM yield of HFL after the third parity was numerically superior to BS, HFL can be seen as a rather late-maturing cow breed, in comparison to BS.

HFL showed a significantly lower protein content and a significantly lower protein yield than BS. Parity had a significant effect on fat and protein yield, as they were both enhanced with increasing parity number. The effect of parity on the content of protein and fat as well as on the fat:protein ratio was also statistically significant. First parity cows had the lowest protein content and the highest fat content in milk, which resulted in a significantly higher fat:protein ratio. The interaction between breed and parity tended to have an effect (P= 0.055) on fat content, which in first-parity cows was significantly higher for BS than for HFL. Although this may indicate an increased mobilisation of body tissues during the first lactation in particular for BS, no distinct indications were found for this concerning changes in body weight and body condition.

Breed had no effect on development of body weight, though HFL generally had a significantly lower body weight than BS.

Keywords: Dairy cow, parity, breed, maturing, organic farming

[1] Universtität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Raphaela Mertens, raphaela.mertens@googlemail.com

ersten Laktation hindeuten, wurden in Bezug auf den Verlauf der Lebendmasse und des BCS diesbezüglich keine Auffälligkeiten festgestellt.

Die Entwicklung der Lebendmasse wurde nicht signifikant durch die Rasse beeinflusst, HFL wies jedoch generell eine signifikant niedrigere Lebendmasse auf als BV, was in Bezug auf ein weidebasiertes Produktionssystem im Berggebiet als Vorteil gewertet werden kann.

Schlagwörter: Milchkuh, Laktationszahl, Rasse, Reife, Biologische Landwirtschaft

Einleitung

Gerade in einem Land wie Österreich, in dem ein großer Anteil der Milchkuhbetriebe im Berggebiet zu finden ist (Kirner, 2009), gewinnen weidebasierte Produktionssysteme auch im alpinen Raum vermehrt an Bedeutung. Das zunehmende Interesse an weidebasierten Produktionssystemen wird auch durch tendenziell steigende Kraftfutter- und Energiekosten noch verstärkt (Grüner Bericht, 2009; Steinwidder et al., 2008). Um eine standortangepasste, saisonale und weidebasierte Milcherzeugung nachhaltig und effizient durchzuführen, erfordert es jedoch Kühe, die sowohl das vorhandene Grünfutter effizient zu Milch veredeln als auch eine gute Fruchtbarkeit, Robustheit und Stoffwechselstabilität aufweisen (Horn et al., 2013). Ziel dieser Arbeit war es daher, vorwiegend auf Milchleistung gezüchtete Braunvieh-Kühe mit speziell auf Lebensleistung selektierten Holstein Friesian-Kühen (HFL) hinsichtlich Milchleistung und -effizienz bei Low-Input Vollweidehaltung im Berggebiet zu vergleichen. Gleichzeitig sollten Rückschlüsse auf die Reifetypen der beiden Zuchtlinien gezogen werden.

Tiere, Material und Methoden

Aufbauend auf die Arbeit von Horn et al. (2013) wurden die Unterschiede zwischen BV und HFL hinsichtlich des Verlaufs der Milchparameter, der Körperkondition und der Lebendmasse in Bezug auf die jeweilige Laktationszahl untersucht. Über einen Zeitraum von sieben Jahren wurden 137 Laktationen (61 BV; 76 HFL) von insgesamt 58 Milchkühen (29 BV; 29 HFL) ausgewertet, wobei zwischen der ersten, der zweiten, der dritten und der vierten (bzw. folgenden) Laktation unterschieden wurde. Die Kühe wurden am Bio-Lehr-und Forschungszentrum des LFZ Raumberg-Gumpenstein in einer gemeinsamen Versuchsherde in einem Low-Input System gehalten, in dem sie während der Weidesaison (von April bis Oktober) ständigen Zugang zu einer Kurzrasenweide hatten. Die Abkalbung erfolgte saisonal von November bis März.

Ausgewertet wurden die Daten mit Hilfe von MS Excel und SAS 9.2 (SAS Institute, 2002). Nach der Modellierung der einzelnen Verlaufskurven mit Hilfe der Wood- bzw. Wilmink-Funktion (Wilmink, 1987; Wood, 1976) wurden die Daten unter Verwendung der Prozedur univariate auf Normalverteilung getestet. Anschließend wurden normalverteilte Daten mit Hilfe von zwei verschiedenen Modellen der Prozedur mixed ausgewertet; für nicht normalverteilte Parameter wurde der Wilcoxon-Rangsummen-Test bzw. der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Alle Parameter wurden auf 305-Tage-Basis ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Sowohl bei der Milch- und der ECM-Leistung als auch bei der Effizienz der Milchleistung (ECM/kg $LM^{0,75}$) wurde kein signifikanter Einfluss der Rasse festgestellt, jedoch wurden diese Leistungen mit der Zahl der Laktation signifikant gesteigert (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 1). Aus verschiedenen Arbeiten kann geschlossen werden, dass frühreifere Kühe ihre maximale Laktationsleistung bereits in einer früheren Laktation erbringen als spätreifere, langlebigere Kühe (Bakels, 1959; Essl, 1982; Finch, 1994; Haiger, 1973; Haiger, 1983; Knaus, 2008; Sölkner, 1989). Bei HFL war die Zunahme der Milch- und der ECM-Leistung nach der dritten Laktation (Milchleistung: +468 kg; ECM-Leistung: +425 kg) numerisch höher als bei BV (Milchleistung: +100 kg; ECM-Leistung: +82 kg), was als Hinweis für eine spätere Reife von HFL gesehen werden kann.

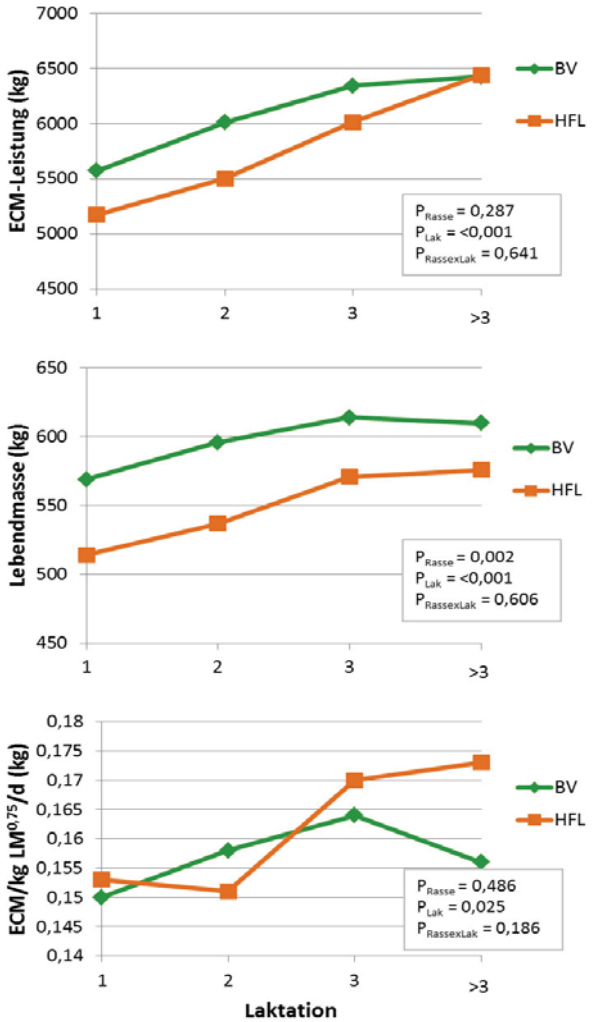


Abbildung 1: **Einfluss von Rasse und Laktationszahl auf die energiekorrigierte Milchleistung, die Lebendmasse und die Effizienz der Milchleistung (ECM/kg $LM^{0,75}$/d (kg))**

Insgesamt wies HFL einen signifikant niedrigeren Milcheiweißgehalt und eine signifikant niedrigere Gesamteiweißleistung auf als BV (vgl. Tabelle 1). Signifikant durch die Laktationszahl beeinflusst wurden auch die Gesamtfett- und die Gesamt-Eiweißleistungen, welche mit der Laktationszahl teils signifikant und teils numerisch gesteigert wurden. Zudem konnte der Einfluss der Laktationszahl

auf den Milcheiweiß- und den Milchfettgehalt sowie den Fett-Eiweißquotienten statistisch abgesichert werden. Der Milcheiweißgehalt war in der ersten Laktation am niedrigsten, der Milchfettgehalt am höchsten. Infolgedessen lag der FEQ in der ersten Laktation signifikant höher als in den weiteren Laktationen.

Die Wechselwirkung von Rasse und Laktationsnummer hatte einen tendenziellen Einfluss (P= 0,055) auf den Fettgehalt der Milch, welcher bei BV in der ersten Laktation signifikant höher lag als bei HFL (vgl. Tabelle 2). Obwohl diese Parameter insbesondere bei BV auf eine vermehrte Mobilisation von Körpermasse während der ersten Laktation hindeuten, wurden in Bezug auf den Verlauf der Lebendmasse und des BCS diesbezüglich keine Auffälligkeiten festgestellt. Im Vergleich zu HFL wies BV allerdings eine signifikant längere Laktationsdauer auf (BV: 343 Tage, HFL: 306 Tage, P=0,034). Dieser Unterschied war in der ersten Laktation numerisch besonders ausgeprägt (BV 1. Laktation: 363 Tage, HFL 1. Laktation: 294 Tage) und deutet auf schlechtere Fruchtbarkeitsleistungen von BV hin, da diese Kühe offenbar erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgreich belegt werden konnten.

Die Entwicklung und der Verlauf der Lebendmasse wurden nicht signifikant durch die Rasse beeinflusst, HFL wies jedoch generell eine signifikant niedrigere Lebendmasse auf als BV (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 1).

Schlussfolgerung

Obwohl in dieser Studie die Milchleistung und die Leistung der energiekorrigierten Milchmenge von BV numerisch etwas, jedoch nicht signifikant, höher waren als die Milch- bzw. ECM-Leistung von HFL, lag hinsichtlich der energiekorrigierten Milchmenge pro kg metabolischer Lebendmasse eine gleiche Effizienz der Milchleistung vor. Bezüglich der einzelnen Laktationen wurde zudem festgestellt, dass beide Kuhtypen bis zur dritten Laktation eine ähnliche Effizienz der energiekorrigierten Milchleistung aufwiesen, während die Effizienz bei HFL ab der vierten Laktation numerisch höher war als bei BV. Da mit steigender Lebendmasse auch der Erhaltungsbedarf der Tiere zunimmt, wäre es sinnvoll, wie bereits von Haiger und Knaus (2010) empfohlen, bei der Zuchtwertschätzung die ECM-Leistung auf die metabolische Lebendmasse zu beziehen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung geben einen Hinweis darauf, dass HFL durch die nach der dritten Laktation umfangreichere Steigerung der Milch- und der ECM-Leistung im Vergleich zu BV eher spätreif ist. Dies bestätigt die Vorgehensweise bei der Zucht auf hohe Lebensleistung, bei der, wie von Haiger (2006) beschrieben, möglichst nicht vor Abschluss der dritten Laktation selektiert wird.

Da BV als relativ frühreifer, auf hohe Milchleistungen se-

Tabelle 1: **Einfluss von Rasse und Laktationszahl auf Milchparameter, Lebendgewicht und Körperkondition (Signifikante Unterschiede (P < 0,05) werden bei Rasse x Laktationszahl mit verschiedenen Hochzahlen dargestellt.)**

Parameter	Rasse		Laktationszahl				s_e	*P-Werte*	
	BV	HFL	1	2	3	>3		Rasse	Lak.
Milchleist. (kg)	6059	5837	5317 [a]	5809 [b]	6190 [bc]	6475 [c]	506	0,287	<,001
ECM-Leist. (kg)	6089	5782	5374 [a]	5755 [b]	6180 [c]	6433 [c]	475	0,128	<,001
ECM/kg LM0,75/d (kg)	0,157	0,162	0,152 [a]	0,155 [ab]	0,167 [b]	0,164 [ab]	0,012	0,486	0,025
Fettleist. (kg)	247	235	223 [a]	230 [a]	251 [b]	259 [b]	21	0,212	<,001
Eiweißleist. (kg)	198	182	182 [a]	188 [b]	199 [bc]	208 [c]	15	0,006	<,001
Fettgehalt (%)	4,08	4,03	4,19 [b]	3,97 [a]	4,06 [ab]	3,99 [a]	0,17	0,536	<,001
Eiweißgehalt (%)	3,29	3,14	3,16 [a]	3,25 [b]	3,23 [ab]	3,21 [ab]	0,09	0,004	0,006
FEQ	1,24	1,28	1,33 [b]	1,23 [a]	1,25 [a]	1,24 [a]	0,06	0,145	<,001
Anz. d. Wo. FEQ >1,5	1,62	1,88	3,37	1,32	1,22	0,75	k.A.*	0,402	0,201
LM (kg)	597	550	542 [a]	567 [b]	592 [c]	593 [c]	461	0,002	<,001
BCS	2,71	2,74	2,85	2,64	2,74	2,69	k.A.*	0,794	0,189

* keine Angabe, da Auswertung mit Hilfe Wilcoxon-Rangsummen-Tests bzw. des Krusal-Wallis-Tests

Tabelle 2: **Einfluss der Wechselwirkung zwischen Rasse und Laktationsanzahl auf Milchparamter, Lebendgewicht und Körperkondition (Signifikante Unterschiede (P < 0,05) werden bei Rasse x Laktationszahl mit verschiedenen Hochzahlen dargestellt.)**

Parameter	Rasse x Laktationszahl								s_e	*P-Wert*
	BV				HFL					
	1	2	3	>3	1	2	3	>3		Rasse x Lak.
Milchleist. (kg)	5414 [ab]	5992 [abcd]	6365 [cd]	6465 [d]	5221 [a]	5626 [abc]	6016 [bcd]	6484 [d]	506	0,641
ECM-Leist. (kg)	5572 [ab]	6010 [bc]	6346 [c]	6428 [c]	5176 [a]	5500 [ab]	6014 [bc]	6439 [c]	475	0,433
ECM/kg LM0,75/d (kg)	0,150 [a]	0,158 [ab]	0,164 [ab]	0,156 [ab]	0,153 [ab]	0,151 [a]	0,170 [ab]	0,173 [b]	0,012	0,186
Fettleist. (kg)	233 [ab]	242 [ab]	254 [b]	257 [b]	213 [a]	219 [a]	247 [b]	261 [b]	21	0,214
Eiweißleist. (kg)	175 [ab]	197 [cd]	209 [d]	212 [d]	159 [a]	178 [bc]	188 [bcd]	205 [d]	15	0,490
Fettgehalt (%)	4,29 [b]	4,05 [a]	4,01 [a]	3,97 [a]	4,10 [ab]	3,90 [a]	4,11 [ab]	4,00 [a]	0,17	0,055
Eiweißgehalt (%)	3,26 [b]	3,31 [b]	3,31 [b]	3,27 [b]	3,06 [a]	3,19 [b]	3,15 [ab]	3,15 [ab]	0,09	0,443
FEQ	1,31 [ab]	1,23 [ab]	1,22 [a]	1,21 [a]	1,34 [b]	1,23 [a]	1,28 [ab]	1,26 [ab]	0,06	0,300
Anz. d. Wo. FEQ >1,5	4,37	0,61	0,40	0,07	2,50	2,00	1,85	1,18	k.A.*	0,459
LM (kg)	569 [bc]	596 [bc]	614 [c]	610 [c]	514 [a]	537 [ab]	571 [bc]	576 [bc]	461	0,606
BCS	2,92	2,68	2,61	2,64	2,77	2,59	2,87	2,74	k.A.*	0,370

* keine Angabe, da Auswertung mit Hilfe Wilcoxon-Rangsummen-Tests bzw. des Krusal-Wallis-Tests

lektierter Kuhtyp, bereits ab der ersten Laktation im Vergleich zu HFL numerisch höhere ECM-Leistungen erbrachte, welche in einem biologisch wirtschaftenden Low-Input Fütterungssystem jedoch eher unzureichend durch hohe Kraftfuttermengen ausgeglichen werden können, lag in dieser Untersuchung bei BV in der ersten Laktation ein ausgeprägterer Energiemangel vor als bei HFL. Dieser äußerte sich sowohl in einem tendenziell höheren Fettgehalt von BV in der ersten Laktation als auch in einem über einen längeren Zeitraum erhöhten Fett-Eiweißquotienten (n.s.). Insgesamt war bei BV auch die Laktationsdauer signifikant länger als bei HFL. Dieser Unterschied war in der ersten Laktation numerisch besonders stark ausgeprägt und deutet auf schlechtere Fruchtbarkeitsleistungen von BV hin, da diese Kühe offenbar erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgreich belegt werden konnten. Daher kann von einem gewissen Vorteil von HFL in einem weidebasierten Produktionssystem ausgegangen werden. Zudem ist hinsichtlich der alpinen Kulturlandschaft auch die geringere Lebendmasse von HFL positiv zu bewerten.

Literatur

Bakels, F., 1959: Relations between milk yield and length of useful life in an Allan herd. Anim. Breeding Abstr. 27(4): Abstr. 1754.

Essl, A., 1982: Untersuchungen zur Problematik einer auf hohe Lebensleistung ausgerichteten Zucht bei Milchkühen. Züchtungskunde 54, 1. Mitteilung: Grundsätzliche Überlegungen und Ergebnisse von Modellrechnungen. 267-275; 2. Mitteilung: Ergebnisse einer Felddatenanalyse. 361-377.

Finch, C.E., 1994: Longevity, senescence, and the genome. The University of Chicago Press, Chicago and London, S. 34.

Grüner Bericht, 2012: Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, 17, 41.

Haiger, A., 1973: Das Zuchtziel beim Rind. Veröffentlichungen anlässlich des 60. Geburtstages von o. Hochschulprofessor Dr. F. Turek, Hochschule für Bodenkultur, Wien, 31-46.

Haiger, A., 1983: Rinderzucht auf hohe Lebensleistung. Sonderdruck aus „Der Alm- und Bergbauer“, 33, 1/2, 1-14.

Haiger, A., 2006: Zucht auf hohe Lebensleistung. Tagungsband 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung Irdning, Österreich, 1-4.

Haiger, A. und W. Knaus, 2010: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung – 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. Züchtungskunde 82, 131-143.

Horn, M., A. Steinwidder, J. Gasteiner, L. Podstatzky, A. Haiger und W. Zollitsch, 2013: Suitability of different dairy cow types for an alpine organic and low-input milk production system. Livest. Sci. 153 (2013) 135-146.

Kirner, L., 2009: Milchproduktion und Marktaussichten in Österreich. Fachbesuch im AKII in Budapest, 4. Mai 2009

Knaus, W., 2008: Milchkühe zwischen Leistungsanforderungen und Anpassungsvermögen. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, 99-106.

Sölkner, J., 1989: Genetic relationship between level of production in different lactations, rate of maturity and longevity in a dual purpose cattle population. Livest. Prod. Sci. 23, 33-45.

Steinwidder, A., W. Starz, R. Pfister, E.M. Pötsch, E. Schwab, E. Schwaiger, L. Podstatzky, M. Gallnböck und L. Kirner, 2008: Untersuchungen zur Vollweidehaltung von Milchkühen unter alpinen Produktionsbedingungen. Tagungsband 4. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 5-80.

Wilmink, J.B.M., 1987: Adjustment of lactation yield for age at calving in relation to level of production. Livest. Prod. Sci. 16, 321-334.

Wood, P.D.P., 1976: Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. Anim. Prod. 22, 35-40.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 67 – 70
ISBN: 978-3-902849-12-0

Schlachtleistung und Fleischqualität von Charolais×Wagyu- und Fleckvieh×Wagyu-Rindern unter österreichischen Mastbedingungen

Georg Terler[1*], Christina Trippold[2], Margit Velik[1], Roland Kitzer[1] und Josef Kaufmann[3]

Zusammenfassung

Gemeinsam mit der landwirtschaftlichen Fachschule Althofen und einem Kärtner Wagyu (WA)-Züchter untersuchte das LFZ Raumberg-Gumpenstein die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von Charolais (CH)×WA- und Fleckvieh (FV)×WA-Rindern. Ziel dieses Forschungsprojekts war, Aussagen über die Eignung solcher Kreuzungen für die Produktion von qualitativ hochwertigem Fleisch zu erhalten. Dazu wurden Ochsen und Kalbinnen beider Kreuzungsvarianten gemästet und geschlachtet und anschließend Fleischproben auf verschiedene Fleischqualitätsparameter untersucht. Zwischen den beiden Kreuzungsgruppen wurden kaum Unterschiede festgestellt, allerdings wiesen die Kalbinnen geringere Nettotageszunahmen und Ausschlachtungen sowie stärker verfettete Schlachtkörper auf als die Ochsen. Verglichen mit reinrassigen FV- und CH- sowie FV×CH-Tieren aus früheren Versuchen wiesen die WA-Kreuzungstiere des aktuellen Projekts zwar geringere Tageszunahmen, dafür aber einen höheren intramuskulären Fettgehalt und damit eine bessere Fleischqualität (v. a. bessere Zartheit) auf.

Schlagwörter: intramuskulärer Fettgehalt, Fettsäuremuster, Wagyu, Ochsen, Kalbinnen

Summary

AREC Raumberg-Gumpenstein researched fattening performance, carcass traits and meat quality of Charolais (CH)×Wagyu (WA) and Simmental (SI)×WA cattle in cooperation with agricultural high school Althofen and a Carinthian WA breeder. Aim of this project was to examine the adequacy of these crosses for the production of high quality meat. For this reason steers and heifers of both crosses were fattened and slaughtered and afterwards various meat quality parameters of meat samples were detected. There were no important differences between genetic groups but heifers had lower net weight gains, lower dressing percentages and higher fat scores than steers. Compared to CH, SI and CH×SI steers and heifers from earlier projects, the WA crosses had lower daily gains but higher values of intramuscular fat and a better meat quality (especially better tenderness).

Keywords: intramuscular fat, fatty acid profile, Wagyu, steers, heifers

1 Einleitung

Seit einigen Jahren taucht in Österreich, wenn man von hochwertigem Fleisch spricht, immer wieder die Rasse Wagyu (WA) auf. Es handelt sich dabei um eine ursprünglich japanische Rinderrasse, die schon seit Jahrzehnten auf gute Fleischleistung gezüchtet wird (SAMBRAUS, 2001). Über Nordamerika, wo schon seit den 1970er Jahren WA-Zucht betrieben wird (ELÍAS CALLES et al., 2000), kamen (fast) reinrassige Zuchttiere auch nach Europa und Österreich, wo seit einigen Jahren innovative Landwirte WA-Tiere züchten und mästen. Das Fleisch dieser Tiere ist vor allem aufgrund seines (sehr) hohen intramuskulären Fettgehalts und der daraus resultierenden hohen sensorischen Qualität (Saftigkeit, Zartheit und Geschmack) bekannt.

Die gute Fleischqualität dieser Tiere sorgt dafür, dass das Fleisch zu hohen Preisen verkauft werden kann. Das hat aber auch zur Folge, dass WA-Zuchttiere sehr teuer sind. Der Einsatz von reinrassigen WA-Stieren auf Kühe europäischer Rassen würde die Fleisch-Produktionskosten deutlich verringern. Allerdings war bis heute unklar, wie sich solche Kreuzungen unter österreichischen Mastbedingungen bewähren. Deshalb führte die HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der LFS Althofen (Kärnten) und dem landwirtschaftlichen Betrieb Trixner (Okami Wagyu-Ranch, St. Veit/Glan, Kärnten) ein Projekt durch, bei dem die Schlachtleistung und Fleischqualität von Charolais (CH)×WA- und Fleckvieh (FV)×WA-Kreuzungsrindern (Ochsen und Kalbinnen) untersucht und verglichen wurden.

2 Tiere, Material und Methodik

Die Versuchstiere stammten aus den Anpaarungen von jeweils 10 CH- und FV-Mutterkühen mit dem jeweils gleichen WA-Zuchtstier. Die Aufzucht der Versuchstiere erfolgte auf zwei verschiedenen Betrieben (CH×WA am Betrieb Trixner, FV×WA an der LFS Althofen), wobei jedoch die Fütterung und Haltung der Tiere ähnlich war. Während der

[1] LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning
[2] Diplomandin BOKU Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[3] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Stabselle Analytik, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Georg Terler, georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

Aufzuchtphase verendeten zwei FV×WA-Kälber, wodurch nur acht Tiere dieser Kreuzungsvariante für den Versuch zur Verfügung standen. Nach dem Absetzen wurden auch die CH×WA-Rinder an die LFS Althofen überführt, wo sie dann zusammen mit den FV×WA-Tieren gemästet wurden. Alle Tiere (CH×WA: 4 Ochsen, 6 Kalbinnen; FV×WA: 3 Ochsen, 5 Kalbinnen) erhielten eine Ration bestehend aus 60 % Maissilage, 30 % Grassilage und 10 % Heu sowie zusätzlich 2 kg kommerzielles Rinderkraftfutter pro Tag und eine Mineralstoffergänzung.

Die Kalbinnen wurden bei etwa 560 kg und die Ochsen bei etwa 680 kg Lebendgewicht geschlachtet. Im Zuge der Schlachtung an der LFS Althofen wurden wichtige Schlachtleistungsmerkmale (Schlachtkörpergewicht, Fleischklasse, Fettklasse, Ausschlachtung, Anteil wertvoller Teilstücke) erhoben. 7 Tage nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper zerlegt und dabei Fleischproben aus dem Rückenmuskel (Beiried und Rostbraten) und dem Weißen Scherzel entnommen. Diese Proben wurden anschließend bis 14 Tage nach der Schlachtung gereift und schlussendlich am LFZ Raumberg-Gumpenstein auf wichtige Fleischqualitätsmerkmale (Farbe, Wasserbindungsvermögen, Zartheit, Inhaltsstoffe, Fettsäuremuster) untersucht. Alle erhobenen Daten wurden mit dem Statistik-Programm SAS 9.4 (Allgemeines lineares Modell) statistisch ausgewertet.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Mast- und Schlachtleistung

Sowohl zwischen den beiden Genetiken als auch zwischen den beiden Geschlechtern bestanden signifikante Unterschiede im Absetzgewicht (möglicherweise verursacht durch höhere Milchleistung der FV-Kühe oder durch Aufzucht auf verschiedenen Betrieben), während das Absetzalter bei allen Tieren ähnlich war. Besonders zwischen den beiden Genetiken wurden deshalb deutliche Unterschiede in den Tageszunahmen während der Aufzuchtphase festgestellt. Durch kompensatorisches Wachstum holten allerdings die CH×WA-Tiere während der Mastphase einen Teil des Rückstands gegenüber den FV×WA-Tieren auf, wodurch sich die Tageszunahmen von Geburt bis zur Schlachtung nicht signifikant unterschieden. Auch zwischen Ochsen und Kalbinnen wurden keine wesentlichen Unterschiede in den Tageszunahmen festgestellt. Aufgrund der signifikant geringeren Ausschlachtung der weiblichen Tiere, waren jedoch die Nettotageszunahmen signifikant niedriger als bei den Ochsen. Zwischen den beiden Genetiken wurden keine wesentlichen Unterschiede in der Schlachtleistung beobachtet. Sowohl die Fleischigkeit als auch der Anteil wertvoller Teilstücke war bei allen Tieren ähnlich. Die Verfettung war jedoch bei den Ochsen deutlich stärker ausgeprägt als bei den Kalbinnen.

Die Tageszunahmen der WA-Kreuzungstiere lagen deutlich unter jenen von reinrassigen CH- und FV-Ochsen aus einem Versuch von CHAMBAZ et al. (2001). Bei STEINWIDDER et al. (2007) erreichten reinrassige und gekreuzte FV-Kalbinnen ebenfalls deutlich höhere Tageszunahmen als die Tiere des aktuellen Versuch, allerdings erhielten die Kalbinnen in diesem Versuch höhere Kraftfuttermengen. Auch verschiedene amerikanische Versuche belegen, dass WA-Kreuzungen hinsichtlich der Tageszunahmen nicht mit europäischen Rinderrassen konkurrieren können (MIR et al., 1997; RADUNZ et al., 2009). Die Ausschlachtung der Tiere des aktuellen Versuchs war ähnlich wie bei FV- und CH- sowie amerikanischen WA-Kreuzungsrindern aus früheren Versuchen (MIR et al., 1997; FRICKH et al., 2002; VELIK et al., 2008). Die hohe Verfettung (speziell bei den Ochsen) fördert zwar die Fleischqualität, indem sie den intramuskulären Fettgehalt erhöht, ist aber bei der Vermarktung der Schlachtkörper problematisch, da sie wirtschaftliche Nachteile (Preisabschläge für sehr hohe Verfettung) mit sich bringen kann. Durch niedrigere Schlachtgewichte als im aktuellen Versuch kann die Verfettung verringert werden.

3.2 Fleischqualität

In diesem Bericht werden nur die wichtigsten Ergebnisse für das Teilstück Rostbraten dargestellt. Weitere Informationen zu den anderen Teilstücken sind bei den Autoren erhältlich.

Alle drei Parameter für das Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Grill- und Kochsaftverlust) sowie die Scherkraft-Werte für gegrilltes Fleisch (Maß für die Zartheit) unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Genetiken und Geschlechtern. Numerisch war jedoch das gegrillte Fleisch der CH×WA Tiere sowie jenes der Kalbinnen zarter (niedrigere Scherkraft-Werte) als jenes der Vergleichsgruppen. Bei einer Verkostung unter Mitarbeitern der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden beinahe alle Fleischproben als sehr zart, saftig und geschmacksvoll bezeichnet. Die Gehalte an

Tabelle 1: **Einfluss von Genetik und Geschlecht auf die Mast- und Schlachtleistung der untersuchten Tiere**

	Genetik		Geschlecht		s_e	p-Wert	p-Wert
	CH×WA	FV×WA	Ochse	Kalbin		Rasse	Geschl.
Absetzgewicht, kg	253 [b]	316 [a]	299 [a]	270 [b]	24	<0,001	0,026
Absetzalter, d	253	246	248	251	12	0,220	0,659
Mastendgewicht, kg	636	614	683 [a]	567 [b]	27	0,101	<0,001
Schlachtalter, d	667 [a]	607 [b]	682 [a]	591 [b]	54	0,031	0,003
Tägliche Zunahme Geburt – Schlachtung, g/d	902	954	951	906	73	0,151	0,221
Schlachtkörpergewicht, kg	367	350	401 [a]	317 [b]	19	0,066	<0,001
Nettotageszunahme, g/d	552	578	590 [a]	540 [b]	46	0,252	0,039
Ausschlachtung kalt, %	57,6	56,9	58,6 [a]	55,9 [b]	1,7	0,381	0,004
Fleischigkeit (1=P, 5=E)	3,0	3,0	3,0	3,0		1,000	1,000
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	4,2	4,0	4,6 [b]	3,8 [a]		0,488	0,008
Anteil wertv. Teilstücke, %	42,7	43,5	42,6	43,6	1,5	0,307	0,197

[a, b] signifikanter Unterschied zwischen den Genetiken/Geschlechtern

Tabelle 2: **Einfluss von Genetik und Geschlecht auf Fleischqualitätsparameter der untersuchten Tiere**

	Genetik		Geschlecht		s_e	p-Wert	p-Wert
	CH×WA	FV×WA	Ochse	Kalbin		Rasse	Geschl.
Tropfsaftverlust, %	1,1	1,5	1,2	1,4	0,5	0,139	0,553
Grillsaftverlust warm, %	22,6	23,2	23,5	22,3	3,1	0,663	0,413
Kochsaftverlust, %	14,9	16,5	16,3	15,1	2,1	0,160	0,254
Scherkraft gegrillt, kg	2,6	3,0	3,1	2,5	0,9	0,423	0,176
Intramuskuläres Fett, g/kg FM	94,2	79,8	85,4	88,6	23,2	0,209	0,780
SFA, g/100 g FS	47,8	48,3	48,0	48,1	2,1	0,591	0,877
MUFA, g/100 g FS	48,9	48,0	48,4	48,6	1,9	0,313	0,807
PUFA, g/100 g FS	3,2	3,4	3,4	3,3	0,3	0,227	0,321
Ω3-FS, g/100 g FS	0,65	0,74	0,75 [a]	0,64 [b]	0,10	0,085	0,034

[a, b] signifikanter Unterschied zwischen den Genetiken/Geschlechtern

intramuskulärem Fett (IMF), gesättigten Fettsäuren (SFA), einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) unterschieden sich nicht zwischen den Genetiken und Geschlechtern. Einzig der Gehalt an gesundheitsfördernden Ω3-Fettsäuren war bei den FV×WA-Tieren tendenziell und bei den Ochsen signifikant höher als bei den Vergleichsgruppen. Allerdings war der Gehalt bei allen untersuchten Gruppen mit weniger als 1 g/100 g Fettsäuren (FS) sehr gering.

Das Fleisch der Tiere des aktuellen Versuches wies, im Vergleich zu einem früheren Versuch von VELIK et al. (2013), einen geringeren Tropf- und Kochsaftverlust, jedoch einen höheren Grillsaftverlust auf. Grundsätzlich sollte der Saftverlust bei der Lagerung oder Zubereitung möglichst gering sein, damit das Fleisch saftig bleibt. Das Fleisch der untersuchten WA-Kreuzungstiere hatte einen deutlich höheren IMF-Gehalt und war zarter als jenes von FV-, CH- und FV×CH-Tieren aus den Versuchen von FRICKH et al. (2002) und VELIK et al. (2008). In einem amerikanischen Versuch wies das Fleisch von Angus-Kreuzungen zwar einen geringeren IMF-Gehalt aber eine ähnliche Zartheit wie jenes von WA-Kreuzungen auf (RADUNZ et al., 2009). Der Vergleich des Fettsäuremusters zwischen verschiedenen Versuchen ist schwierig, da es sehr stark von der Fütterung beeinflusst wird. Im Vergleich zum Fleisch von CH×FV-Kalbinnen eines ähnlichen Versuchs von VELIK et al. (2013) wies jenes der WA-Kreuzungstiere einen höheren MUFA- und einen geringeren SFA- und PUFA-Anteil auf. Auch in amerikanischen Versuchen fiel vor allem der hohe MUFA-Gehalt im Fleisch von WA-Kreuzungstieren auf (XIE et al., 1996, ELÍAS CALLES et al., 2000).

4 Schlussfolgerung

Wagyu-Kreuzungsrinder können hinsichtlich der Mastleistung nicht mit herkömmlichen österreichischen Rinderrassen mithalten (deutlich geringere Tageszunahmen). Das Fleisch dieser Tiere weist jedoch im Vergleich zu reinrassigen Fleckvieh- oder Charolais-Tieren einen hohen intramuskulären Fettgehalt auf, der eine wesentliche Voraussetzung für die ausgezeichnete Zartheit dieses Fleisches ist. Darüber hinaus kann auch eine gute Saftigkeit und ein guter Geschmack erwartet werden.

5 Danksagung

Abschließend möchten wir unseren Kooperationspartnern LFS Althofen (Direktor Ing. Sebastian Auernig, DI Franz Missoni und alle weiteren Beteiligten), Familie Peter und Petra Trixner (Okami Wagyu-Ranch, St. Veit/Glan) und Kärntner Rinderzuchtverband für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und die Bereitstellung der Fleischproben danken.

6 Literatur

CHAMBAZ, A., I. MOREL, M.R. SCHEEDER, M. KREUZER und P.-A. DUFEY, 2001: Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat. – I. Growth performance and carcass quality. Arch. f. Tierz. 44, 395-411.

ELÍAS CALLES, J., C. GASKINS, J. BUSBOOM, S. DUCKETT, J. CRONRATH und J. REEVES, 2000: Sire variation in fatty acid composition of crossbred Wagyu steers and heifers. Meat Sci. 56, 23-29.

FRICKH, J.J., R. BAUMUNG, K. LUGER und A. STEINWIDDER, 2002: Einfluss der Kategorie (Stier, Ochse, Kalbinnen) und des Kraftfutterniveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. Tagungsband 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein, Irdning, 24.-25. April 2002, 1-19.

MIR, P.S., D.R.C. BAILEY, Z. MIR, S.D.M. JONES, T. ENTZ, S.D. HUSAR, N.H. SHANNON und W.M. ROBERTSON, 1997: Effect of feeding barley based diets on animal performance, carcass characteristics and meat quality of crossbred beef cattle with and without Wagyu genetics. Can. J. Anim. Sci. 77, 655-662.

RADUNZ, A.E., S.C. LOERCH, G.D. LOWE, F.L. FLUHARTY und H.N. ZERBY, 2009: Effect of Wagyu- versus Angus-sired calves on feedlot performance, carcass characteristics and tenderness. J. Anim Sci. 87, 2971-2976.

SAMBRAUS, H.H., 2001: Atlas der Nutztierrassen – 250 Rassen in Wort und Bild. 6. Auflage, Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 304 S.

STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 74, 104-120.

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

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

XIE, Y.R., J.R. BUSBOOM, C.T. GASKINS, K.A. JOHNSON, J.J. REEVES, R.W. WRIGHT und J.D. CRONRATH, 1996: Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred wagyu and angus steers. Meat Sci. 43, 167-177.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 71 – 74
ISBN: 978-3-902849-12-0

Vollmilch-Kälbermast - Eine Analyse von Felddaten zur Erforschung der Ursachen für eine dunkle Kalbfleischfarbe

Margit Velik[1*], Jakob Murgg[2] und Roland Kitzer[1]

Zusammenfassung

Eine zu dunkle Kalbfleischfarbe ist ein mutifaktoriell bedingtes Problem in der heimischen (Bio)-Kälbermast, das primär mit der Eisenversorgung und der Fütterung (Beifutteraufnahme) der Kälber zusammenhängt. Anhang von Felddaten-Auswertungen und Literatur werden die Einflussfaktoren (Bluthämoglobin, Schlachtalter, -gewicht, Mutterkuh, Fütterung, Fleischlagerung etc.) diskutiert.

Schlagwörter: Mastkalb, Farbe, Fütterung, Hämoblogin

Summary

Dark veal colour is a multifactorially caused problem in Austrian (organic) calf production, which is primarily confounded with iron supply and feeding (feed supplements,…). Based on on-farm data analyses and literature, the main influence factors (blood haemoglobin, slaughter age and weight, suckler cow, feeding, veal storage,...) are discussed.

Keywords: calf fattening, veal colour, feeding, haemoglobin

Einleitung

In Österreich ist die Kalbfleisch-Produktion ein Nischenprodukt, das laut Statistik Austria nur mehr ca. 0,7 % des österreichischen Fleischanfalls ausmacht. Österreichisches Kalbfleisch wird – neben den wenigen spezialisierten, mit Milchaustauscher mästenden Betrieben – häufig von kleinen (Bio)-Betrieben produziert, die jährlich einige Kälber mit Vollmilch mästen.

Für den Konsumenten ist eine helle Kalbfleischfarbe Kauf entscheiden. Bestrebungen dunkleres Kalbfleisch zu vermarkten haben sich bisher in Österreich nicht durchgesetzt. Die Kalbfleischfarbe wird routinemäßig während der Schlachtung am Brustanschnitt anhand einer 8-teiligen Farbskala beurteilt. Es ist klar belegt, dass die Kalbfleischfarbe mit der Eisenversorgung und der Fütterung des Kalbes zusammenhängt. Heu und Stroh haben hohe Eisengehalte, Vollmilch sehr niedrige, Getreide liegt dazwischen. Ein gänzlicher Verzicht auf Beifutter (Heu, Stroh) zum Erreichen einer hellen Kalbfleischfarbe ist aus tiergesundheitlicher Sicht nicht vertretbar und verstößt auch gegen geltende gesetzliche Bestimmungen.

Eine zu dunkle Kalbfleischfarbe war in den letzten Jahren ein großes Problem in der (Bio)-Vollmilch-Kälbermast, da es bereits ab einer Fleischfarbe von 5 zu erheblichen Preisabzügen für den Landwirt kommt. Da in der Praxis große Unsicherheit bezüglich der Einflussfaktoren herrscht/herrschte, wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Projekt gestartet, in dem eine umfassende Literaturrecherche sowie Auswertungen von im Feld erhobener Daten erfolgten.

Tabelle 1: **Diskutierte Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe laut Literatur und Praxis**

Fütterung	**Schlachtalter / Schlachtgewicht**
Beifutter (Art, Menge)	**Zunahmen, Fleisch- u. Fettklasse**
Fütterung vor Schlachtung	**Rasse**
Milchbereitstellung (Art, Menge, Häufigkeit)	**Geschlecht**
Fütterung Mutterkuh	**Zukauf /eigene Kälber**
Wasser (Menge, Eisengehalt)	
Haltung	**Rund um Schlachtung**
Einstreu (Art, Menge, Häufigkeit, Aufnahme)	Nüchterung
Stalleinrichtung (Eisen, Rost)	Transport (Art, Dauer)
Standort (Temperatur, Luft, Licht)	Stress
Trennung Mast-/Aufzuchtkälber	pH-Wert
Weide (Aktivität, Erde)	Fleischreifung, Lagerung

Material und Methodik

In dem Projekt wurden 3 Datensätze ausgewertet: 1) Datensatz mit 677 Kälberschlachtungen der Biovermarktung NÖ aus dem Jahr 2008; 2) und 3) Datensätze mit 525 bzw. 194 Kälbern vom Schlachthof Tauernfleisch (K) aus dem Jahr 2009. Bei den 194 geschlachteten Kälbern wurden zusätzlich zu den routinemäßig erhobenen Daten noch der Blut-Hämoglobingehalt zur Schlachtung und die Fleischfarbe mittels Farbmessgerät an Brustanschnitt, Schlögel und Karree erhoben. Die Datenauswertung erfolgte in SAS und Excel.

Ergebnisse und Diskussion

Beim Vergleich von subjektiver Fleischfarbe mittels Farbskala und jener mittels **Farbmessgerät** zeigten sich (statistisch signifikante) Korrelationskoeffizienten von -0,5 bis -0,6, was sich auch mit der Literatur deckt (Klont et al. 1999). Die

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning
[2] Diplomand, Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[*] Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

routinemäßig eingesetzte Farbkarte ist somit gut geeignet die Kalbfleischfarbe zu beurteilen.

Aus der Literatur geht hervor, dass der Blut-(Hämoglobin)-Hb-Gehalt ein geeigneter Indikator für die Eisenversorgung des Kalbes ist und somit maßgeblich für die Fleischfarbe verantwortlich ist (höhere Hb-Werte bedeuten dunkleres Fleisch) (Egger, 1995, Welchman et al., 1988). Bei unseren (kleinen) Datensätzen wurde zwar ein signifikanter, aber nur mäßiger Zusammenhang zwischen Blut-Hb-Gehalt bei der Schlachtung und Fleischfarbe festgestellt (Korrelationen -0,3 bis -0,4). Kälber mit Fleischfarbe 4 hatten durchschnittliche Hb-Werte von 12 und Farb-Helligkeitswerte (L*-Wert, höher bedeutet heller) am Brustanschnitt von 43 (Abb. 1).

Bei den Datensatz-Auswertungen führte ein höheres Schlachtalter zu einer signifikant dunkleren Fleischfarbe. Die Unterschiede waren zahlenmäßig allerdings eher gering (Abb. 1); so war der L*-Wert am Schlögel bei einem Schlachtalter von 100 Tagen bei 47 und bei 160 Tagen bei 45. Nach unseren Auswertungen kann nicht definitiv bestätigt werden, dass die von den meisten Kälber-Vermarktungsorganisationen umgesetzte Schlachtalter-Obergrenze von 4 Monaten notwendig ist, um einer dunklen Fleischfarbe entgegenzuwirken.

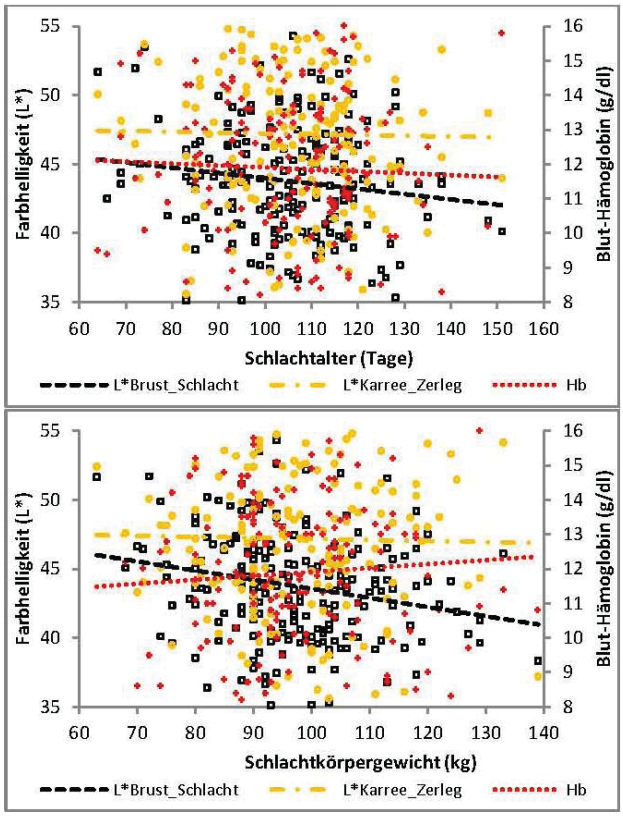


Abbildung 1: **Zusammenhang zwischen Schlachtalter bzw. Schlachkörpergewicht und Blut-Hämoglobingehalt bzw. Farbhelligkeit (L*) (Auswertung 194 Datensätze)**

Nach unseren Auswertungen war der Einfluss des **Schlachtkörpergewicht** nicht eindeutig. Ein höheres Schlachtgewicht wirkte sich insbesondere auf die subjektive Fleischfarbe laut Farbskala auf, nicht so sehr jedoch auf die Farbmesswerte laut Farbmessgerät (Abb.1). In unseren bisherigen Auswertungen konnte weder bestätigt noch widerlegt werden, dass durch die von den meisten Vermarktungsorganisationen gewählte Schlachtgewichts-Obergrenze von 120 kg eine dunkle Kalbfleischfarbe verhindert werden kann.

Anhand der Datenauswertungen konnte kein Zusammenhang zwischen **Fleischklasse, Fettklasse oder Nettozunahmen** und Fleischfarbe festgestellt werden. In der Literatur zeigt sich allerdings eine Tendenz, dass sich gut entwickelnde Kälber helleres Fleisch haben (Freudenreich et al. 1980, Wilson et al. 1995).

Laut Schweizer Untersuchungen besteht bei weiblichen Kälbern eine höhere Gefahr einer dunklen Fleischfarbe (Morel und Chassot 2010). Unsere Auswertungen am LFZ Raumberg-Gumpenstein konnten den Einfluss des **Geschlechts** allerdings nicht bestätigen.

Aufgrund der geringen Datenmenge war der Einflussfaktor **Rasse** nicht auswertbar. In der Literatur finden sich wenige und zum Teil widersprüchliche Ergebnisse zum Einfluss der Rasse.

Mastkälber aus **Mutterkuhhaltung** hatten im Vergleich zu mit Eimern getränkten Kälbern eine signifikant dunklere Fleischfarbe (4,0 vs. 3,2 laut Farbskala). Dieser Effekt war allerdings nur bei Mastkälbern <120 kg Schlachtgewicht erkennbar. Grund für den Unterschied dürfte allerdings nicht die Milchverarbeitung *per se* sein, sondern die – durch Nachahmen bedingte – höhere Beifutteraufnahme von Mutterkuh-Kälbern sein.

Im Rahmen des Projekts wurden keine eigenen Fütterungsversuche durchgeführt. Aus der Literatur lässt sich jedoch folgendes ableiten: (1) das Anbieten von **Milch** zur freien Aufnahme dürfte sich positiv auf die Kalbfleischfarbe auswirken, da dadurch die Beifutteraufnahme reduziert werden kann; (2) die **Beifuttermenge** (Heu, Stroh,…) sollte – vor allem in den letzten Wochen vor der Schlachtung – einschränkt werden; (3) über den Einfluss von **Getreide/ Kraftfutter** auf die Kalbfleischfarbe lassen sich aus der Literatur keine generellen Aussagen ableiten (Welchman et al. 1988, Cozzi et al. 2002).

Zwischen Schlachtung und Zerlegung (24 h *post mortem*) traten in unseren Auswertungen bei Kalbfleisch keine vom Konsumenten wahrnehmbaren **Farbveränderungen** (L*-Wert$_{Brust}$ 44 bei Schlachtung vs. 42 bei Zerlegung) auf. Durch die Vakuumverpackung und Fleischlagerung können allerdings Farbveränderungen auftreten, die bei bereits dunklem Kalbfleisch stärker ausfallen als bei hellem (Freudenreich 1980, Faustman et al. 1992). Nicht alle **Teilstücke**/Muskeln eines Kalbes haben die gleiche Fleischfarbe. Fleisch des Brustanschnitts, also dort, wo die Fleischfarbe routinemäßig gemessen wird, ist dunkler (L*-Wert 42) als Fleisch der wertvollen Teilstücke Karree und Schlögel (L*-Wert 47) (Miltenburg et al. 1992) (Abb. 1).

Aus der Literatur und unseren Auswertungen geht klar hervor, dass zahlreichen Faktoren und das gesamte Betriebsmanagement die Kalbfleischfarbe beeinflussen. Daher sollte bei Problemen immer eine **betriebsindividuelle Beratung** erfolgen.

Literatur

Cozzi, G., Gottardo, F., Mattiello, S., Canali, E., Scanziani, E., Verga, M., Andrighetto, I., 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. J Anim Sci 80, 357-366.

Egger, I., 1995. Muss an Mastkälber Heu verfüttert werden? Agrarforschung 2, 16-172.

Faustman, C., Yin, M.C., Nadeau, D.B., 1992. Color stability, lipid stability, and nutrient composition of red and white veal. J Food Sci 57, 302-311.

Freudenreich, P., Schön, L., Scheper, J., 1980. Untersuchungen über die Beschaffenheit von Kalb- und Jungbullenfleisch 1. Mitteilung: Tiermaterial, Farbhelligkeit und pH-Wert. Fleischwirtschaft 60, 1721-1725.

Klont, R.E., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M., Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A.H., Eikelenboom, G., 1999. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. Meat Sci 53, 195-202.

Miltenburg, G.A., Wensing, T., Smulders, F.J., Breukink, H.J., 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. J Anim Sci 70, 2766-2772.

Morel, I., Chassot, A. 2010. Kalbfleisch aus Mutterkuhhaltung: Leistungen der Kälber. Agrarforschung Schweiz 1, 18-23.

Welchman, D.d.B., Whelehan, O.P., Webster, A.J.F., 1988. Haematology of veal calves reared in different husbandry systems and the assessment of iron deficiency. The Veterinary Record, 505-510.

Wilson, L.L., Egan, C.L., Henning, W.R., Mills, E.W., Drake, T.R., 1995. Effects of live animal performance and hemoglobin level on special-fed veal carcass characteristics. Meat Sci 41, 89-96.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 75 – 78
ISBN: 978-3-902849-12-0

Toasten oder nicht toasten - Platterbsen als Futter für Aufzuchtferkel

Lisa Baldinger[1*], Werner Hagmüller[2], Ulrike Minihuber[2] und Werner Zollitsch[1]

Zusammenfassung

Rohe und getoastete Platterbsen wurden als proteinreiche Futtermittel für Aufzuchtferkel unter den Rahmenbedingungen der biologischen Landwirtschaft getestet. Mit Rationsanteilen von 20-30 % v. Frischmasse (FM) getoasteten Platterbsen konnten Futteraufnahmen und Lebendmassezunahmen ähnlich der Kontrollration erzielt werden. 20 % v. FM rohe Platterbsen in der Ration führten hingegen zu signifikant niedrigeren Lebendmassezunahmen und daher auch zu einem signifikant höheren Futteraufwand. Werden Platterbsen in Rationsanteilen von 20 % v. FM und mehr in Rationen für Aufzuchtferkel eingesetzt, wird daher empfohlen sie vor der Verfütterung zu toasten.

Schlagwörter: Platterbse, ODAP, Lathyrismus, Protein, Körnerleguminose

Summary

A feeding trial was conducted in order to test raw and toasted grass peas as protein-rich feed for weaned piglets under the conditions of organic agriculture. At inclusion rates of 20-30% (as fed basis), toasted grass peas were found to be a palatable protein-rich feed, resulting in feed intake and body weight gain similar to the control diet. However, including 20% raw grass peas led to significantly lower body weight gain and consequently a significantly higher feed conversion ratio. Therefore, if 20% or more grass peas are included in diets for weaned piglets, toasting of grass peas prior to feeding is recommended in order to avoid performance deficits.

Keywords: Grass pea, ODAP, lathyrism, protein, grain legume

Einleitung

Nicht nur in Österreich, sondern in ganz Europa ist biologisch erzeugtes Schweinefleisch nach wie vor eine sehr kleine Marktnische, was zum Teil auf die mangelnde Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen und preislich akzeptablen Proteinquellen zurückzuführen ist. Das EU Core Organic ll Projekt ICOPP ("Improved contribution of local feed to support 100% organic feed supply to pigs and poultry") hat sich zum Ziel gesetzt die biologische Produktion von Schweinen und Geflügel in Europa zu fördern, wozu auch die Erschließung von neuen oder aktuell wenig genutzten lokalen Proteinquellen zählt. Eine dieser Proteinquellen ist die Platterbse, die im Rahmen von ICOPP im Jahr 2012 als Futterkomponente für Aufzuchtferkel getestet wurde. Die Platterbse (*Lathyrus sativus*) ist eine Körnerleguminose mit einer hohen Toleranz sowohl gegenüber Trockenheit als auch Staunässe, deren Samen 200-300 g Rohprotein kg^{-1} Frischmasse (FM) enthalten. Allerdings enthalten die Samen auch das Nervengift ODAP, welches nach langandauernder und/oder übermäßiger Aufnahme Nervenschäden verursacht. Da ODAP wasserlöslich und hitzeinstabil ist, reduziert eine hydrothermische Behandlung (= Toasten) die Giftigkeit der Platterbsen beträchtlich. Im Fütterungsversuch wurden daher sowohl rohe als auch getoastete Platterbsen eingesetzt.

Material und Methoden

Die im Versuch verwendeten Platterbsen wurden von einem burgenländischen Landwirt bezogen und ein Teil davon wurde von der Firma Vitakorn Biofuttermittel GesmbH in Pöttelsdorf bei 98° C 20 min. lang getoastet. Der Fütterungsversuch fand im Versuchsstall des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in 4600 Thalheim bei Wels statt. Das Versuchsdesign war ein vollständiges 4 x 4 lateinisches Quadrat, mit 4 Rationen, die pro Durchgang jeweils an eine Gruppe von Ferkeln gefüttert wurden, und 4 Durchgängen zu je 4 Wochen. Die Ferkel für den Versuch stammten aus einer ♀ (Edelschwein * Landrasse) x ♂ (Pietrain * Duroc) Kreuzung. Unmittelbar nach dem Absetzen mit 47 ± 5,5 Tagen wurden sie nach den Kriterien Lebendmasse, Geschlecht, Muttersau und Bluthaptoglobingehalt auf vier möglichst ähnlich zusammengesetzte Gruppen aufgeteilt. Abzüglich vier Ferkeln, die wegen anhaltenden Durchfalls vorsorglich aus dem Versuch genommen wurden, nahmen insgesamt 144 Ferkel am Fütterungsversuch teil. Die Ferkelgruppen waren in mit Stroh eingestreuten Buchten von je 5 m x 1,7 m untergebracht, die jeweils über einen Futterautomaten, ein beheiztes Ferkelnest, Nippel- und Schalenträgen und einen Auslauf von 3 m x 1,7 m verfügten. Die granulierten Futtermischungen wurden von einer automatisierten Fütterungsanlage der Firma Schauer (Modell: Top Feed) in fünf Mahlzeiten pro Tag verabreicht, wobei die Futtermenge von Tag zu Tag anstieg. Um Durchfall vorzubeugen wurde restriktiv gefüttert, mit dem Ziel des restlosen Verzehrs der jeweils angebotenen Futtermenge bis zur nächsten Mahlzeit. Es wurden vier Rationen aus 100 % Bio-Futterkomponenten verglichen: Eine Kontrollration (K), eine Ration mit 20 % rohen Platterbsen (R 20) und zwei Rationen mit 20 bzw. 30

[1] Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften; A-1180 Wien
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Außenstelle Wels, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Dr. Lisa Baldinger, lisa.baldinger@boku.ac.at

Tabelle 1: **Inhaltsstoffe der Rationen, g kg^{-1} FM sofern nicht anders angegeben**

	K	R 20	T 20	T 30
Rohprotein	182	178	180	177
Lysin	9,7	9,2	9,5	9,4
Lys:(Meth+Cyst): Thr:Try	1:0,61:0,64:0,21	1:0,62:0,65:0,21	1:0,60:0,64:0,20	1:0,60:0,64:0,20
NDF[a]	118	115	114	117
ADF[b]	61	62	61	64
Stärke	401	412	412	421
Zucker	42	42	42	39
Energie, MJ ME[c]	13,5	13,6	13,6	13,5
g Lys / MJ ME	0,72	0,68	0,70	0,70
Calcium	7,6	6,8	7,2	7,0

[a] Neutrale Detergentienfaser; [b] Saure Detergentienfaser; [c] Umsetzbare Energie

% getoasteten Platterbsen (T 20 und T 30), jeweils auf FM bezogen. Für die Versuchsrationen wurden ausgehend von der Kontrollration zuerst die Körnererbsen durch Platterbsen ersetzt und anschließend der Sojakuchen reduziert, unter weitestgehender Konstanthaltung der Lysin- und Energiegehalte. Tabelle 1 zeigt die Inhaltsstoffe der Rationen.

Die Ferkel wurden einmal wöchentlich gewogen, und die angebotene Futtermenge wurde automatisch vom Fütterungssystem aufgezeichnet. Traten Durchfallsymptome auf, wurde allen Ferkeln Eichenrindentee, Torf und Elektrolytlösung verabreicht. Bei anhaltendem Durchfall wurden die betreffenden Einzeltiere antibiotisch (Baytril®) behandelt. Die statistische Auswertung der Lebendmassen erfolgte mit SAS 9.1 proc MIXED, wobei das Modell den Zufallseffekt des Ferkels innerhalb der Ration, die fixen Effekte Ration, Bucht, Durchgang, Sau innerhalb Durchgang, Tag und Lebendmasse beim Absetzen und die Wechselwirkung Ration*Tag beinhaltete. Die verwendete Kovarianzstruktur war TOEP (Toeplitz). Für die Auswertung der Futteraufnahme und des Futteraufwands wurde proc GLM verwendet, unter Verwendung eines Modells mit den fixen Effekten Ration, Bucht, Durchgang, Tag und Tag*Tag. Paarweise Mittelwertsvergleiche wurden mit dem Tukey-Test durchgeführt, und als Signifikanzniveau wurde 0,05 gewählt. Die Tabellen 2 und 4 beinhalten die lsMeans für die Rationen, die P-Werte für den Effekt der Ration und das Bestimmtheitsmaß (R^2). Tabelle 3 zeigt die lsMeans und den P-Wert für die Wechselwirkung Ration*Tag und die Residualstandardabweichung (s_e).

Ergebnisse und Diskussion

Die Futteraufnahme der Ferkel wurde nicht von der Fütterung beeinflusst, obwohl sie bei Verfütterung der Ration R 20 numerisch am niedrigsten war (siehe Tabelle 2). Im Durchschnitt betrug die Futteraufnahme 731 g FM Tag^{-1}.

Die Lebendmasseentwicklung der mit den Rationen T 20 und T 30 gefütterten Ferkel unterschied sich nicht von den Tieren der Kontrollgruppe, wohingegen der Einsatz von rohen Platterbsen in Ration R 20 einen signifikant negativen Effekt hatte (siehe Tabelle 3): Zwei Wochen nach dem Absetzen wogen die mit Ration R 20 gefütterten Ferkel bereits signifikant weniger als alle anderen, und dieser Unterschied vergrößerte sich mit der Zeit noch. Zu Versuchsende hatten die Ferkel aus der Kontrollgruppe ein Gewicht von durchschnittlich 24,3 kg erreicht, während die die Ration R 20 gefütterten Ferkel nur 21,6 kg wogen.

Tabelle 2: **Futteraufnahme, g FM Tag^{-1}**

	Ration K	R 20	T 20	T 30	P Wert	R^2
Woche 1	355	296	321	336		
Woche 2	652	593	617	633		
Woche 3	895	836	860	876	0,102	0,75
Woche 4	1085	1026	1050	1066		
Gesamt	758	701	723	742		

Der Futteraufwand war signifikant am höchsten wenn Ration R 20 gefüttert wurde, während sich die Rationen mit getoasteten Platterbsen und die Kontrollration nicht unterschieden (siehe Tabelle 4). Im Durchschnitt über die ganze Versuchsdauer wurden 2,28 kg von Ration R 20, aber nur 1,96 kg der Kontrollration für 1 kg Lebendmassezunahme benötigt.

Tabelle 3: **Lebendmasse der Ferkel 1sMeans der Wechselwirkung Ration*Tag, kg**

	Ration K	R 20	T 20	T 30	P Wert	Se
Tag 1	13,0	12,9	12,9	12,9	<0,001	1,44
Tag 8	13,5	13,2	13,3	13,4		
Tag 15	15,9[b]	15,1[a]	15,7[ab]	16,0[ab]		
Tag 22	20,2[b]	18,3[a]	19,5[b]	19,5[b]		
Tag 29	24,3[c]	21,6[a]	23,7[bc]	23,4[b]		

Tabelle 4: **Futteraufwand, kg Futteraufnahme kg^{-1} Lebendmassezuwachs**

	Ration K	R 20	T 20	T 30	P Wert	R^2
Woche 2	1,78	2,13	1,75	1,83	0,007	0,39
Woche 3	1,71	2,06	1,68	1,76		
Woche 4	1,88	2,23	1,84	1,92		
Gesamt	1,96[a]	2,28[b]	1,92[a]	2,00[a]	0,001	0,95

Zusammenfassend zeigte sich, dass getoastete Platterbsen in Rationsanteilen von 20-30 % v. FM Futteraufnahmen und Lebendmassezunahmen ermöglichten die sich nicht von der Kontrollgruppe unterschieden. 20 % v. FM rohe Platterbsen in der Ration hingegen führten zu signifikant niedrigeren Lebendmassen und daher auch zu einem signifikant höheren Futteraufwand. Diese Beobachtungen decken sich mit Ergebnissen von Schipflinger et al. (2011), die von leicht erhöhten Lebendmassezunahmen berichten wenn Rationen für Ferkel 20 % v. FM getoastete Platterbsen enthielten anstatt 20 % v. FM rohe. In einem Fütterungsversuch mit konventionell aufgezogenen Ferkel fanden Castell et al. (1994) eine signifikante und proportionale Reduktion von Futteraufnahme und Lebendmassezunahme mit ansteigendem Rationsanteil von rohen Platterbsen (10-40 % v. FM). Für Mastschweine empfehlen Winiarska-Mieczan und Kwiecien (2010), dass rohe Platterbsen nicht mehr als 50 % der proteinreichen Futterkomponenten in der Ration ausmachen sollen. Im aktuellen Versuch hätte das 19,5 % v. FM Platterbsen entsprochen. Wenn man bedenkt dass junge Tiere sensibler auf ODAP reagieren als ältere (Dwivedi 1989), stimmen die aktuellen Beobachtungen mit der

Empfehlung von Miniarska-Mieczan und Kwiecien (2010) gut überein. Da allerdings weder der ODAP-Gehalt noch andere antinutritive Faktoren (z..B. Trypsininhibitoren) bestimmt wurden, kann der negative Effekt der rohen Platterbsen nicht zweifelsfrei auf ihren ODAP-Gehalt zurückgeführt werden. Da Trypsininhibitoren und andere antinutritive Faktoren ebenfalls durch eine hydrothermische Behandlung reduziert werden können, handelt es sich bei den beobachteten negativen Effekten der rohen Platterbsen wohl um die Summe der negativen Wirkungen der antinutritiven Faktoren.

Schlussfolgerungen

Da getoastete Platterbsen in Rationsanteilen von 20-30 % v. FM Futteraufnahmen und Lebendmassezunahmen wie in der Kontrollration ermöglichten, kann ihre Verfütterung an Aufzuchtferkel empfohlen werden. Sollen allerdings 20 % v. FM oder mehr rohe Platterbsen in der Ration eingesetzt werden, wird empfohlen sie vor der Verfütterung zu toasten, um negative Effekte auf die tierischen Leistungen zu vermeiden.

Danksagung

Dieser Versuch ist ein Ergebnis von ICOPP, einem Projekt innerhalb des CORE Organic ll Programms, und wurde vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft finanziert.

Literatur

Castell, A.G., R.L. Cliplef, C.J. Briggs, C.G. Campbell and J.E. Bruni, 1994: Evaluation of lathyrus (Lathyrus sativus L.) as an ingredient in pig starter and grower diets. Canadian Journal of Animal Science 74, 529-539.

Dwivedi, M.P., 1989: The grass pea, treat and promise. Proceedings of the international network for the improvement of Lathyrus sativus and the eradication of lathyrism, New York, USA, pp. 1-26.

Schipflinger, M., M. Gallnböck, W. Zollitsch und W. Hagmüller, 2011: Platterbse in der Ferkelaufzucht. Tagungsband Bio Austria Bauerntage 2011, 59-61.

Winiarska-Mieczan, A. and M. Kwiecien, 2010: The influence of raw grass pea (Lathyrus sativus L.) seeds on growth performance and biochemical and haematological parameters in the blood of grower-finisher pigs. Agricultural and Food Science 19, 223-232.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 79 – 80
ISBN: 978-3-902849-12-0

Ausbringung von Effektiven Mikroorganismen aktiv und dem Pflanzenschutzmittel MK 5 auf sterile Rasenstücke - Einfluss unterschiedlicher Konzentrationen auf die Wiederfindungsraten von Parasitenlarven

Eva Gotthalmseder[1*] und Leopold Podstatzky[2]

Zusammenfassung

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, herauszufinden, ob die Wiederfindungsrate infektionsfähiger III. Larven von *Haemonchus contortus* nach Aufbringen von Effektiven Mikroorganismen auf Grasproben, vermindert wird. Infektionen mit *Haemonchus contortus* sind sehr bedeutende Erkrankungen von kleinen Wiederkäuern, welche mit der Problematik der wirtschaftlichen Verluste eines landwirtschaftlichen weideführenden Betriebes einhergehen.

Durch insgesamt vier Versuchsdurchgänge, bei denen eine gewisse Anzahl an infektionsfähigen Parasitenlarven in Verbindung mit verschiedenen Konzentrationen von Effektiven Mikroorganismen auf zuvor angewachsene Grastöpfe gegeben wurde, konnten die für diese Arbeit verwendeten Daten gewonnen werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl im Variantenvergleich als auch im Tagesvergleich signifikante Unterschiede in der Wiederfindungsrate der Larven vorhanden sind. Dies bedeutet, dass in diesem Versuch der Einsatz von Effektiven Mikroorganismen die Anzahl der wiedergefundenen Parasitenlarven verminderte.

Derzeit werden von Landwirten üblicherweise Düngekalk und/oder Kalkstickstoff zur Düngung der Weiden bevorzugt. Wenn sich jedoch durch weiterführende Versuche eine Parasitenreduzierende Wirkung von Effektiven Mikroorganismen belegen lässt, wären diese eine natürliche Alternative zu Kunst-Düngemittel wie Düngekalk und Kalkstickstoff.

Schlagwörter: Effektive Mikroorganismen, Parasiten

Summary

The aim of this bachelor thesis was to find out, if the recovery rate of infectious III. *Haemonchus contortus* larvae was reduced after the application of an effective microorganisms. *Haemonchus contortus* infections are very meaningful diseases of small ruminants, which are associated with the problems of economic losses of an agricultural holding.

By a total of four experimental runs, in which a certain number of infectious parasite larvae in connection with different concentrations of effective microorganisms were applied on grown grass pots, the used data for this bachelor thesis were obtained.

The results show that not only the comparison of the variants, but also in the chronological comparison, significant differences in the recovery rate of the larvae are present. This means, that in this experiment, the application of effective microorganisms reduced the number of the refound parasite larvae.

Currently, farmers usually prefer agricultural lime and/or calcium cyanamide to fertilize the meadows. But if it can be proven,by further experiments, that effective microorganisms have a reduced effect on the number of parasite larvae, these would be a natural alternative to synthetic fertilizers such as agricultural lime and calcium cyanamide.

Keywords: effective microorganisms, parasite

1 Einleitung

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Problematik der wirtschaftlichen Verluste eines landwirtschaftlichen weideführenden Betriebes, die im Zusammenhang mit einem Parasitenbefall des Bestandes immer wieder auftreten. Um diese möglichst gering zu halten, ist Weidehygiene und eine regelmäßige Parasitenbekämpfung auf den Weiden unerlässlich.

Infektionen mit Haemonchus contortus zählen zu weit verbreiteten und sehr bedeutenden Erkrankungen in der Haltung von kleinen Wiederkäuern (Schaf, Ziege). Da es in den letzten Jahren zu immer mehr Resistenzbildungen gegen Antiparasitika gekommen ist, aber auch von Seiten der Konsumenten Skepsis gegenüber den großflächigen Einsatz von Medikamenten herrscht, hat sich eine gesteigerte Nachfrage nach alternativen parasitären Kontrollmöglichkeiten erkennen lassen. (Podstatzky, 2009)

2 Material und Methode

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, ob die Wieder-

[1] FH Gesundheitsberufe OÖ GmbH, Campus Steyr, Biomedizinische Analytik, A-4020 Linz
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Außenstelle Wels, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Eva Gotthalmseder, eva1412@gmx.at

findungsrate infektionsfähiger III. Larven von Haemonchus contortus nach Aufbringen von Effektiven Mikroorganismen auf Grasproben, vermindert wird. Für die Datenerhebung wurden insgesamt vier Versuchsdurchgänge durchgeführt. Jeder Durchgang erfolgte im doppelten Ansatz, wobei die Grastöpfe nach vier und nach zehn Tagen mithilfe des Auswanderverfahrens nach Baermann-Wetzel auf Larven untersucht wurden. Zu jedem Versuchsdurchgang wurde je eine Negativkontrolle mitgeführt. Das Experiment wurde mit verschiedenen Konzentrationen von Effektiven Mikroorganismen (einfache, doppelte und vierfache Konzentration) durchgeführt.

Die Grastöpfe, die als Grundlage der Untersuchung dienten, wurden aus einem Sand-Erde-Gemisch, welches thermisch vorbehandelt wurde, um die darin befindlichen Erd-Nematoden abzutöten, und Grassamen, welche vor dem Aussäen in Alkohol eingelegt wurden, um auch diese von Erdnematoden zu befreien, hergestellt. Nachdem die Grastöpfe angewachsen waren, wurden 3000 Parasitenlarven gleichmäßig auf das Gras aufgetragen. Anschließend wurde das Gemisch aus Effektiven Mikroorganismen in den verschiedenen Konzentrationen aufgebracht.

Die verwendeten Produkte, welche als Gemisch aufgetragen wurden und deren Parasitenreduzierende Wirkung untersucht wurde, stammen von der Firma Multikraft.

3 Ergebnisse und Diskussion

Hervorzuheben ist, dass die Daten sowohl im Variantenvergleich als auch im Tagesvergleich signifikante Unterschiede in der Wiederfindungsrate der Larven aufweisen. Dies bedeutet, dass in unserem Versuch der Einsatz von Effektiven Mikroorganismen die Anzahl der wiedergefundenen Parasitenlarven vermindert hatte.

Weiters ging es darum, herauszufinden, ob eine höhere Konzentration von Effektiven Mikroorganismen eine noch stärkere Verringerung der Wiederfindungsrate bewirken kann. Aus den erhaltenen Daten geht hervor, dass es zwischen den EM-Gruppen mit unterschiedlicher Konzentration an Effektiven Mikroorganismen weder an Tag 4 noch an Tag 10 signifikante Unterschiede in der Wirkung gab. In der Kontrollgruppe fand eine statistisch signifikante Verringerung der Wiederfindungsraten zwischen Tag 4 und Tag 10 statt, jedoch lag das Zählergebnis der Kontrollgruppe am Tag 10 noch immer fast doppelt so hoch wie in den EM-Gruppen. Dies bedeutet, dass die Wiederfindungsrate der aufgetragenen Parasitenlarven durch das Aufbringen von Effektiven Mikroorganismen signifikant verringert wurde, aber kein signifikatner Einfluss von der Konzentration der verwendeten Effektiven Mikroorganismen nachgewiesen werden konnte.

4 Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in unserem Versuch Produkte mit Effektiven Mikroorganismen die Wiederfindungsrate von zuvor aufgetragenen Parasitenlarven tatsächlich vermindert haben. Da dieser Versuch lediglich unter Laborbedingungen und mit geringem Stichprobenumfang durchgeführt wurde, wären weitere und vor allem

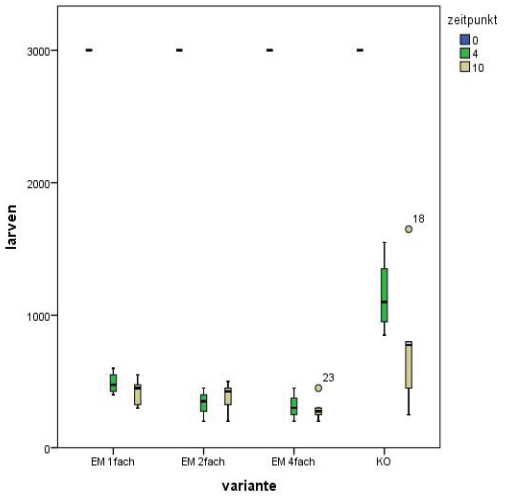


Abbildung 1: **Boxplot-Darstellung der Larvenzahl in den verschiedenen Varianten**

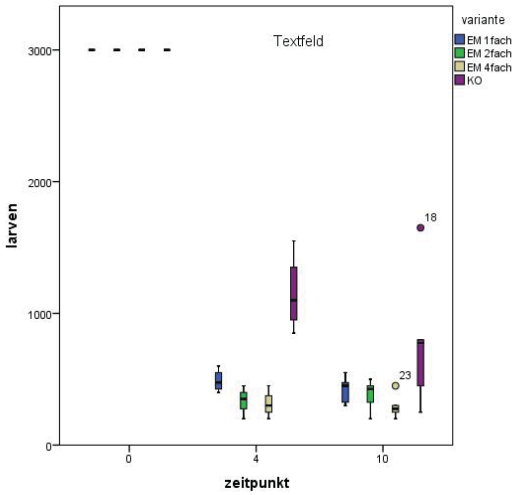


Abbildung 2: **Boxplot-Darstellung aller Werte hinsichtlich der Larvenanzahl an den verschiedenen Tagen**

größere Projekte, welche die Parasiten-mindernde Wirkung von Effektiven Mikroorganismen bestätigen könnten, notwendig. Um den Einsatz von Effektiven Mikroorganismen in der landwirtschaftlichen Praxis zur Parasitenregulation zu empfehlen, müssten vor allem auch Untersuchungen unter Praxisbedingungen durchgeführt werden. Grundsätzlich konnte jedoch durch dieses Experiment gezeigt werden, dass das Auftragen von Effektiven Mikroorganismen die Wiederfindungsrate von zuvor aufgetragenen Parasitenlarven mindert.

Literaturverzeichnis

Podstatzky L., 2009: Einsatz eines Ergänzungsfuttermittels in der Parasitenregulation bei Milchschafen und Milchziegen. Parasitologische Fachtagung für biologische Landwirtschaft. http://www.raumberggumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/finish/366-parasitologische-fachtagung-2009/3016-einsatz-eines-ergaenzungsfuttermittels-in-der-parasitenregulation-bei-milchschafen-und-milchziegen.html

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 81 – 84
ISBN: 978-3-902849-12-0

LEADER-Projekt „Vielfaltsprodukte - Förderung nachhaltiger Landwirtschaftsprodukte aus Sortenraritäten in einem partizipativen Entwicklungsprozess“

Philipp Lammer[1*], Franziska Lerch[1] und Mara Müller[1]

Zusammenfassung

Im Rahmen des LEADER-Projekts „Vielfaltsprodukte“ (2011-2015) förderte die Saatguterhaltungsorganisation ARCHE NOAH partizipative Ansätze bei der Erhaltung, Nutzung und Weiterentwicklung seltener Gemüsesorten. Das Projekt gliederte sich in drei Bereiche: (i) Bildungsarbeit, (ii) Förderung von Netzwerken und Kooperationen und (iii) dezentrale Sortensichtungen und züchterische Bearbeitung ausgewählter Kulturarten auf Praxisbetrieben.

Schlagwörter: On-farm Erhaltung, PPZ, Partizipative Pflanzenzüchtung

Summary

Within the framework of the LEADER project „Vielfaltsprodukte“ (2011-2015) the Austrian seed savers association ARCHE NOAH promoted participatory approaches in the conservation, use and breeding of rare vegetable varieties. The project was structured into three sections: (i) education, (ii) facilitation of networks and cooperations, and (iii) decentralized screening and breeding activities of selected crops on commercial farms.

Keywords: on-farm conservation, PPB, participatory plant breeding

Einleitung

In den vergangen Jahren erlangten Diskussionen bezüglich geeignetem Saatgut für den biologischen Gemüseanbau zunehmende Bedeutung. Verstärkt werden neben agronomischen und ökologischen Aspekten (Østergård et al. 2009; Fess et al. 2011; Lammerts van Bueren et al. 2011) auch politische (Then and Tippe 2009; Howard 2009; Dias 2010; Hammond 2012; Galushko et al. 2012) sowie ethische (Wilbois et al. 2011) Fragen rund um Saatgut und Züchtung thematisiert. Um Teilen dieser ungelösten Problemfelder zu begegnen wurden im letzten Jahrzehnt verstärkt partizipative Ansätze im Sortenentwicklungsbereich konzipiert und umgesetzt (Dawson et al. 2008; Chable et al. 2008; Desclaux et al. 2011). Auch im on-farm Erhaltungsbereich wird zunehmend versucht Sortenvielfalt in Zusammenarbeit mit ProduzentInnen durch unmittelbare Nutzung und Vermarktung zu sichern. In einem dynamischen Verständnis von Diversität geht es nicht nur darum, eine Sorte statisch zu erhalten, vielmehr werden auch züchterische Aktivitäten auf den Praxisbetrieben durchgeführt. Durch die Zusammenarbeit von BäuerInnen, ForscherInnen und anderen AkteurInnen im Ernährungsbereich sollen nachhaltige, diverse und anpassungsfähige Saatgutsysteme erhalten und entwickelt werden (Thomas et al. 2011). Die pflanzliche Umwelt wird hier nicht nur rein physikochemisch betrachtet, sondern auch in all ihren sozialen und ethischen Dimensionen berücksichtigt. Der angestrebte genetische Fortschritt wird in Zusammenhang mit gesellschaftlicher Weiterentwicklung und sozialer Innovation verstanden (Desclaux et al. 2011).

Material und Methoden

Der 1990 gegründete Verein ARCHE NOAH verfolgt bereits seit Jahren einen sehr partizipativen Ansatz in der Erhaltungsarbeit, bei dem ex situ und on-farm Methoden kombiniert werden. HausgärtnerInnen und BäuerInnen sind in mehreren Tätigkeitsfeldern stark involviert (Arndorfer et al. 2009). Den eingangs beschriebenen Entwicklungen im Saatgutsektor Rechnung tragend, soll der gut etablierte Erhaltungsbereich noch weiter in Richtung einer dezentralen Sortenpflege und -weiterentwicklung auf Praxisbetrieben ausgebaut werden. Damit soll die Vermarktung von Sortenraritäten erleichtert, sowie bestehende Herausforderungen benannt und bearbeitet werden. Ziel ist die Entwicklung innovativer Produkte aus Sortenraritäten, um damit einen Beitrag zu einer nachhaltigen Landwirtschaft zu leisten und neue Perspektiven für kleinstrukturierte Betriebe zu schaffen. Das für drei Anbausaisonen (2012-2014) anberaumte LEADER-Projekt „Vielfaltsprodukte - Förderung nachhaltiger Landwirtschaftsprodukte aus Sortenraritäten in einem partizipativen Entwicklungsprozess“ lieferte erste wichtige Impulse in diese Richtung. Abbildung 1 gibt die Struktur des Projekts wieder.

Ergebnisse und Diskussion

Bildungsarbeit

Das bestehende Bildungsangebot der ARCHE NOAH zu Saatgutvermehrung und Sortenerhaltung wurde durch Kurse mit pflanzenzüchterischen Inhalten erweitert. Darüber

[1] ARCHE NOAH, Gesellschaft für die Erhaltung der Kulturpflanzenvielfalt und ihre Entwicklung, A-3553 Schiltern
[*] Ansprechpartner: Philipp Lammer, philipplammer@gmx.net

Abbildung 1: **Organisationsstrukur des LEADER-Projekts „Vielfaltsprodukte“**

hinaus wurden Fachexkursionen und Fortbildungstage zu speziellen Kulturarten organisiert.

Vernetzung & nachhaltige Nutzung

Um den Erhalt von Sortenraritäten durch unmittelbare Nutzung zu sichern, wurde die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen AkteurInnen, die bereits in die Erhaltung, Produktion oder Vermarktung von Sortenraritäten involviert waren oder Interesse daran hatten, gezielt gefördert. Saatgut, Sorteninformationen und anbaurelevantes Wissen wurden für Interessierte verfügbar gemacht, Kooperationen gestärkt und neue Netzwerke initiiert. Treffen zu ausgewählten Kulturarten ermöglichten den Austausch zwischen ProduzentInnen und HausgärtnerInnen. Darüber hinaus wurden KonsumentInnen über öffentliche Verkostungen ins Projekt eingebunden. So konnten Segmente identifiziert werden, in denen besonders großer Bedarf an geeigneten Sorten und züchterischer Bearbeitung besteht, beziehungsweise jene, wo bereits unmittelbares Vermarktungspotential gegeben ist.

On-farm Sichtung und partizipative Züchtung

Bei ausgewählten Kulturpflanzen (Erdäpfel, Erbsen, Bohnen, Melden, Kürbisse, Gurken, Paprika, Paradeiser) wurden Sortensichtungen auf Praxisbetrieben durchgeführt, um Sorten aus dem ARCHE NOAH Sortenarchiv zu charakterisieren, die sich besonders gut zur Vermarktung eignen. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen zurück in die Datenbank der ARCHE NOAH und wurden in Form von Ergebnisberichten und Sortensteckbriefen auf der Homepage, sowie als Artikel in Praxismagazinen veröffentlicht. Bewährte Sorten werden auf den Betrieben weiter angebaut und selektiert. Bei einigen Kulturarten, wie Tomate (Weissinger 2013; Lammer 2014), bestehen bäuerliche Arbeitsgruppen, die sich auch in Zukunft einer partizipativen Sortenpflege und -entwicklung widmen.

Schlussfolgerungen

On-farm Erhaltung und züchterische Weiterentwicklung von Sortenraritäten können nur als langfristige Strategien angelegt werden. Mit dem beschriebenen Projekt konnten erste Schritte in diese Richtung gesetzt werden. Als langfristiges Ziel möchte die ARCHE NOAH Saatgutregime fördern, in denen biologische Vielfalt dynamisch erhalten wird und neue Diversität entstehen kann. Damit soll die Grundlage für eine nachhaltige, umwelt- und ressourcenschonende Landwirtschaft gesichert werden, die eine Versorgung mit vielfältigen und gesunden Lebensmitteln ermöglicht. Saatgutsouveränität, im Sinne eines freien Austauschs von Pflanzen, Saatgut, Informationen und Wissen, stellt dabei gleichermaßen Grundlage, wie auch Ziel des Gesamtprozesses dar.

Literatur

Arndorfer, M., B. Kajtna and B. Vorderwülbecke, 2009: Integrating ex situ and on-farm conservation approaches in the management of local vegetable diversity in Austria. Acta Horticulturae 817, 333–340.

Chable, V., M. Conseil, E. Serpolay and F. Lagadec, 2008: Organic varieties for cauliflowers and cabbages in Brittany - From genetic resources to participatory plant breeding. Euphytica 164, 521–529.

Dawson, J.C., K.M. Murphy and S.S. Jones, 2008: Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. Euphytica 160, 143–154.

Desclaux, D., S. Ceccarelli, J. Navazio, M. Coley, G. Trouche, S. Aguirre, E. Weltzien and J. Lançon, 2011: Centralized or decentralized breeding - The potentials of participatory approaches for low-input and organic agriculture. In: Lammerts van Bueren, E.T. and J.R. Myers (eds) Organic crop breeding. Wiley-Blackwell, Oxford, 99–123.

Dias, J.S., 2010: Impact of improved vegetable cultivars in overcoming food insecurity. Euphytica 176, 125–136.

Fess, T.L., J.B. Kotcon and V.A. Benedito, 2011: Crop breeding for low input agriculture - A sustainable response to feed a growing world population. Sustainability 3, 1742–1772.

Galushko, V., R. Gray and E. Oikonomou, 2012: Operating in an intellectual property world - Knowledge sharing among plant breeders in Canada. Canadian Journal of Agricultural Economics 60, 295–316.

Hammond, E., 2012: Marker-assisted biopiracy - Ex situ wild tomato collections, genetic breeding techniques and patent claims, Briefing Paper 2. Third World Network, New Delhi. Online: http://www.cbd.int/abs/side-events/icnp2/twn-icnp2-no2-Tomato-EU.pdf (25.6.2014).

Howard, P.H., 2009: Visualizing consolidation in the global seed industry - 1996–2008. Sustainability 1, 1266–1287.

Lammer, P., 2014: Resistenz ausgewählter Tomaten-Liniensorten gegenüber der Samtfleckenkrankheit (Passalora fulva, syn. Cladosporium fulvum) unter biologischen Anbaubedingungen. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Lammerts van Bueren, E.T., S.S. Jones, L. Tamm, K.M. Murphy, J.R. Myers, C. Leifert and M.M. Messmer, 2011: The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples - A review. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences 58, 193–205.

Østergård, H., M.R. Finckh, L. Fontaine, I. Goldringer, S.P. Hoad, K. Kristensen, E.T. Lammerts van Bueren, F. Mascher, L. Munk and M.S. Wolfe, 2009: Time for a shift in crop production - Embracing complexity through diversity at all levels. Journal of the Science of Food and Agriculture 89, 1439–1445.

Then, C. and R. Tippe, 2009: The future of seeds and food under the growing threat of patents and market concentration. International coalition of “No Patents On Seeds”. Online: http://www.misereor.org/fileadmin/redaktion/2009_e_report_future_of_seed.pdf (25.6.2014).

Thomas, M., J.C. Dawson, I. Goldringer and C. Bonneuil, 2011: Seed exchanges, a key to analyze crop diversity dynamics in farmer-led on-farm conservation. Genetic Resources and Crop Evolution 58, 321–338.

Weissinger, H., 2013: Participatory screening and breeding of open pollinating tomato cultivars for organic production in Austria. In: Proceedings of 3rd International horticultural conference for post-graduate students 2013, Lednice, the Czech Republic, October 23rd-24th 2013. Mendel University - Faculty of Horticulture, Brno/Lednice.

Wilbois, K.P., B. Baker, M. Raaijmakers and E.T. Lammerts van Bueren, 2011: Values and principles in organic farming and consequences for breeding approaches and techniques. In: Lammerts van Bueren, E.T. and J.R. Myers (eds) Organic crop breeding. Wiley-Blackwell, Oxford, 125–138.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 85 – 86
ISBN: 978-3-902849-12-0

Nutzung der positiven alleophatischen Effekte von *Convolvulus arvensis L.* (Ackerwinde) zur Wachstumsförderung von Weizen im biologischen Landbau

Verena Pold[1*], Jürgen Kurt Friedel[1] , Ines Fritz[2] und Gabriele Gollner[1]

Zusammenfassung

Weizen (*Triticum aestivum L.)* ist österreichweit die bedeutendste Getreide-Marktfrucht in der biologischen Landwirtschaft. Der Korn-Ertrag von Weizen ist in der biologischen Landwirtschaft meistens geringer im Vergleich mit dem konventionellen Anbausystem. Das Beikraut Ackerwinde (*Convolvulus arvensis L.*) enthält phenolische Säuren, die bei geringen Konzentrationen das Wachstum von Pflanzen beeinflussen können. In der vorliegenden Untersuchung wurde aus dem Spross der Ackerwinde ein Extrakt hergestellt, wobei destilliertes Wasser (1:10) oder Ethanol (1:10) als Extraktionsmittel genutzt und verschiedene Verdünngungen verglichen wurden. Weizensamen der Bio Sorte Capo wurden in der jeweiligen Verdünngung vorgequellt, in Plastikboxen gesät und nach sieben Tagen die Spross-und Wurzellänge sowie das Trockengewicht der Weizensprösslinge erhoben. Die besten Ergebnisse beider Extraktionsmittel wurden bei einer Verdünngung von 1:1024 erzielt. Diese Extrakte könnten in Zukunft als Bioeffektor für biologischen Weizen verwendet werden. Um die positive Wirkung von Ackerwinden-Extrakten in der Praxis zu überprüfen, werden Versuche im Gewächshaus und Freiland empfohlen.

Schlagwörter: Allelopathisches Potential, Ackerwinden-Extrakt, Bioeffektor

Summary

Wheat (*Triticum aestivum L.*) is the most important cereal cultivated in organic farming in Austria. Generally the yield potential in organic farming is lower than in conventional systems. The weed field bindweed (*Convolvulus arvensis L.*) is known to have phenolic acids. These are popular for stimulating growth rate of plants but only at low concentrations.
In our study extracts of dried field bindweed shoots were developed, with using distillate water (1:10) or ethanol (1:10) as solvent. Different dilutions of both extracts were made, organic wheat seeds cv, Bio-Capo were "seed primed" in each dilution of the extracts and sown into plastic boxes. After seven days, shoots/roots length and dry weights of the wheat sprouts were measured. The best results for both extracts were observed at a dilution of 1:1024. Possibly, the extracts could be used as bioeffector for organic cultivated wheat. In order to evaluate the positive effect of weed field bindweed, experiments in the green house and on the field are recommended.

Keywords: allelopathic potential, field bindweed-extract, bioeffector

Einleitung

In Österreich nimmt die Produktion von Weichweizen in der biologischen als auch in der konventionellen Landwirtschaft die größte Anbaufläche von allen Getreidearten ein (AMA, 2014). Das Ertragsniveau ist im biologischen Landbau generell geringer als im konventionellen (De Ponti et al., 2011). Im Biolandbau sind sowohl chemisch synthetische Pflanzenschutzmittel und synthetische Düngemittel (Europäische Kommission, 2013) als auch chemisch-synthetischen Wachstumsregulatoren (Münzing, 2010) verboten. Bis dato ist keine praktikable biologische Alternative zur Wachstumsförderung von Weizen bekannt. Positive allelopathische Wirkungen von Begleitpflanzen können als umweltfreundliches Werkzeug dienen um den Ertrag von Getreide zu steigern (Hegab und Ghareib, 2010). Die Allelopathie wird als gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen durch stoffliche Ausscheidungen definiert, welche wachstumsfördernde und wachstumshemmende Effekte haben können (Rice, 1984). Die Untergruppe der Phenole sind die wichtigsten, das Pflanzenwachstum fördernden Allelochemikalien, jedoch nur bei geringen Konzentrationen (Hegab und Ghareib, 2010). Einiger dieser wachstumsfördernden phenolischen Säuren wurden in der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis L.*) nachgewiesen (Hageb und Ghareib, 2010; Kaur und Kalia, 2012). Generell ist in den Sprossteilen der Ackerwinde ein höherer Gehalt an phenolischen Säuren enthalten, als in den Wurzeln (Kazinczi, 2007).

Material und Methoden

Das Ackerwinden-Sprossmaterial wurde im nördlichen

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien
[2] Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln, Institut für Umweltbiotechnologie, A-3430 Tulln an der Donau
[*] Ansprechpartner: Verena Pold, Verena.Pold@gmx.at

Weinviertel gesammelt, luftgetrocknet und mit einer Mühle gemahlen. Am UFT in Tulln wurden Extrakte der Ackerwinde mit destilliertem Wasser und mit Ethanol in der Verdünngung 1:10 hergestellt. Es wurden verschiedene Verdünngungen mit beiden Extraktionsmitteln erzeugt. Winterweizensamen (Bio-Sorte Capo; n=25, 4 Wiederholungen) wurden für 24 Stunden vorgequellt („seed priming"), auf das Ausgangsgewicht rückgetrocknet und in Plastikboxen angebaut. Die Boxen wurden täglich bewässert. Nach sieben Tagen wurden die Spross-und Wurzellänge (in cm) und das Spross-und Wurzelgewicht (in g) der Weizensprösslinge erhoben. Insgesamt gab es 4 Keimversuche (A-D), bei denen jeweils 10 Verdünngungen (n=100) miteinander verglichen wurden. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS Enterprise Guide 4.2.

Ergebnisse und Diskussion

Die Anwendung von Ackerwinden-Extrakten (Wasser und Ethanol) hatten einen signifikanten Einfluss auf die Spross- und Wurzellängen der Weizenkeimlinge (<0.0001). Bei niedrigeren Konzentrationen waren sowohl die Wurzeln als auch sie Sprosse länger, als bei hohen. Die besten Ergebnisse wurden bei beiden Extraktionsmitteln bei einer Verdünngung von 1:1024 erzielt (Abb. 1 und 2).
Das durchschnittliche Sprossgewicht war signifikant von der Sprosslänge abhängig (<0.0001; Korr=0.94), das Mittel an Wurzelgewicht signifikant von der Wurzellänge (<0.0001; Korr=0.92).

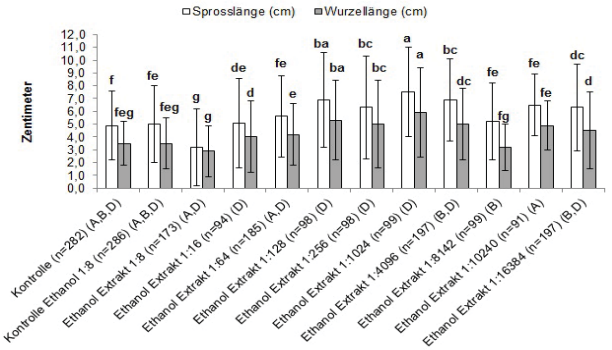


Abbildung 1: **LS-Means der Weizen-Spross-und Wurzellänge (in cm) der Hauptversuche (A,B,C) für Wasserextrakte (inklusive Standardabweichung, n=Anzahl gekeimter Weizenkörner; signifikante Unterschiede werden mit verschiedenen Buchstaben dargestellt)**

In der Untersuchung von Hageb & Ghareib (2010) wurden ähnliche, wachstumsfördernde Ergebnisse bei geringen Konzentrationen, wie in der vorliegenden Studie erzielt. Hageb und Ghareib (2010), bewässerten die Weizenpflanzen jedoch täglich mit Ackerwinden-Methanol-Extrakt, eine Methode, die für den Einsatz in der Praxis ungeeignet ist. Destilliertes Wasser ist eine umweltfreundliche und kostengünstige Alternative zur Herstellung des Ackerwindenextraktes und zeigt ähnliche Ergebnisse wie Ethanol als Extraktionsmittel. Die Vorquelldauer könnte einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben (Yasmeen et al., 2013) und sollte deshalb in weiteren Versuchen überprüft werden.

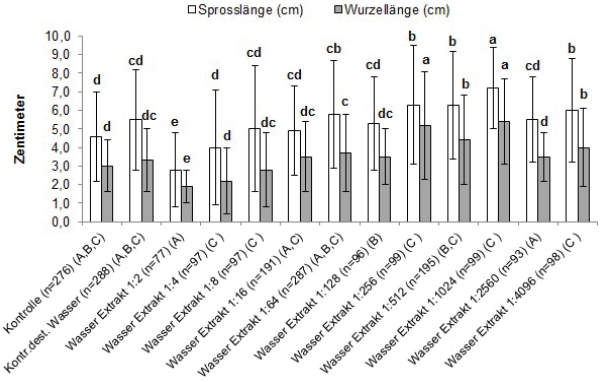


Abbildung 2: **LS-Means der Weizen-Spross-und Wurzellänge (in cm) der Hauptversuche (A,B,D) für Ethanolextrakte (Legende: siehe Abb. 1)**

Schlussfolgerungen

Ein Extrakt von Ackerwinden-Sprossteilen hatte einen stimulierenden Wachstumseffekt auf Weizen bei geringen, einen hemmenden Effekt bei hohen Konzentrationen. Um die Auswirkung des Ackerwinden-Extraktes als Bioeffektor in der Praxis zu überprüfen, werden Versuche im Gewächshaus und im Freiland empfohlen.

Literatur

AMA- AgrarMarkt Austria, 2014: Daten & Fakten der AgrarMarkt Austria für den Bereich Getreide und Ölsaaten – K-Ö. AMA, Wien, Österreich. 1-2.

De Ponti, T., H. Rijik und M.K van Ittersum, 2011: The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricultural Systems.108, 1-9.

Europäische Kommission, 2013: Was ist biologische Landwirtschaft? At: http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_de

Hegab, M.M und H.R Gahreib, 2010: Methanol Extract Potential of Field Bindweed (Convolulus arvensis L.) for wheat growth Enhancement. International Journal of Botany, 6 (3), 334-342.

Kaur, M. und A.N.Kalia, 2012: Convolvulus arvensis- A useful weed. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4 (1), 38-40.

Kazinczi, G., A. Onofri, L. Szabo, I. Beres, J. Horvath und A.P. Takacs, 2007: Phytotoxic effects of Convolvulus arvensis weed on crops. Allelopathy Journal, 20, 173-193.

Münzing, K., 2010: Qualitätsvergleich ökologisch und konventionell erzeugten Getreides. At:http://www.llfg.sachsenanhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/qgt10_muenzing.pdf.

Rice, E.L., 1984: Allelopathy. 2nd ed., academic Press, Orlando, FL, USA 67-68.

Yasmeen, A., S.M.A Basra, A. Wahid, W. Nouman und H. Rehman, 2013: Exploring the potential of Moringa oleifera leaf extract (MLE) as a priming agent in improving wheat performance. Turkish Journal of Botany, 37, 512-520.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 87 – 88
ISBN: 978-3-902849-12-0

Erbsenlaus und Blattrandkäfer - geringer Befall bei Wintererbse?

Marie-Luise Wohlmuth[1*] , Gabriele Gollner[2] und Elisabeth Koschier[1]

Zusammenfassung

Erbsen (*Pisum sativum* L.) sind einerseits wichtiger Fruchtfolgepartner, speziell im biologischen Landbau, andererseits stellen sie eine wichtige Proteinquelle in der Tierfütterung dar. Bedingt durch schlechte Erträge erfolgte ein drastischer Rückgang der Anbaufläche in den letzten 12 Jahren um 75 %. Dies war unter anderem durch ein vermehrtes Auftreten der Hauptschädlinge *Acyrthosiphon pisum* H. (Erbsenblattlaus) und *Sitona lineatus* L. (Gestreifter Blattrandkäfer) bedingt. Wintererbsen zeigen möglicherweise, durch eine frühere Jugendentwicklung und Abreife, eine geringere Befallsneigung als Sommererbsen. Um Befallsunterschiede der beiden Schädlinge an Winter- vs. Sommererbsensorten herauszufinden, wurde 2012/13 in Raasdorf (NÖ) ein ökologisch bewirtschafteter Exaktversuch angelegt. Es wurden zwei Winter- und zwei Sommererbsensorten in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der oberirdische Befall durch beide Schädlinge an den Wintersorten signifikant geringer als an den Sommersorten war. Im Laborversuch war die Entwicklungsdauer der Blattlaus auf Wintersorten deutlich länger. Trotz einer höheren Larven/Puppendichte des Blattrandkäfers in den Bodenproben der Wintererbsen war der Anteil beschädigter Knöllchen signifikant geringer als an den Sommererbsen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Wintererbsen hinsichtlich des Schädlingsbefalls eine Alternative zu Sommererbsen in ökologischen und konventionellen Fruchtfolgen darstellen.

Schlagwörter: Sitona lineatus, Acyrthosiphon pisum, Pisum sativum, Sommererbse

Summary

Peas play an important role in crop rotations, especially in organic farming, and as a source for animal feed. Yet, in Austria over the last 12 years, the area cropped with grain pea (*Pisum sativium* L.) was reduced by 75 %. This was mainly due to the high infestation by two insect pests: the pea aphid *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), and the pea leaf weevil *Sitona lineatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). This study examined whether winter peas might serve as an alternative to spring peas, as winter peas were expected to have lower infestation rates. Therefore an organically managed field trial was established in Raasdorf (Eastern Austria) in 2012/13 where two winter and two spring pea cultivars were tested. All cultivars were tested in pure crop, and mixed cropping with cereals. Damage on leaves caused by adult *S. lineatus*, damage on nodules caused by larvae of *S. lineatus* and the infestation with *A. pisum* were assessed. In addition, the duration of the development time of *A. pisum* on winter and spring peas was investigated in the laboratory under controlled environmental conditions. The results show that the winter pea cultivars were significantly less damaged by the adult *S. lineatus* than spring pea cultivars. Although the number of its larvae was higher in soil samples taken from winter pea plots, the number of damaged nodules was higher on spring pea cultivars. Similarly, the winter pea cultivars had a lower infestation rate with *A. pisum* than spring peas. *A. pisum* had a significantly longer development time (first instar to adult) on potted winter peas. Mixed cropping had little influence on these results. The study indicates that in regard to pest infestation winter peas may be an alternative to spring peas, and may contribute to balanced crop rotations on organic and conventional farms.

Keywords: Sitona lineatus, Acyrthosiphon pisum, Pisum sativum, spring peas;

Einleitung

Erbsen (*Pisum sativum* L.) sind einerseits ein wichtiger Fruchtfolgepartner, speziell im ökologischen Landbau, da sie Luftstickstoff fixieren können, andererseits stellen sie eine wichtige Proteinquelle in der Tierfütterung dar. Bedingt durch schlechte Erträge erfolgte ein drastischer Rückgang der Anbaufläche in den letzten 12 Jahren um 75 %. Dies war unter anderem durch ein vermehrtes Auftreten der Hauptschädlingen *Acyrthosiphon pisum* H. (Erbsenblattlaus) und *Sitona lineatus* L. (Gestreifter Blattrandkäfer) bedingt (KROMP et al. 2009). Sowohl der Saat- als auch der Befallszeitpunkt bzw. das Befallsstadium der Pflanze werden als wichtige Einflussfaktoren bei beiden Schädlingen genannt (LANDON et al. 1995, DORÉ und MEYNARD 1995, MAITEKI und LAMB 1985). Um eine mögliche Eignung von Wintererbsen (Saattermin im Herbst und frühere Abreife) als Alternative zur Sommererbsen hinsichtlich des Schädlingsbefalls zu prüfen, wurde im Jahr 2012/13

[1] Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenschutz, A-1190 Wien
[2] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien
[*] Ansprechpartner: Mag. DI Marie-Luise Wohlmuth MSc., marie-luise.wohlmuth@gmx.net

in Raasdorf (Marchfeld, Niederösterreich) ein ökologisch bewirtschafteter, wissenschaftlicher Exaktversuch angelegt.

Material und Methoden

Es wurden zwei Winter- (EFB 33, Stamm 61) und zwei Sommererbsensorten (Protecta, BioSirius) (jeweils eine Körner- und eine Futtererbse) in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide (Winterweizen bzw. Sommergerste) angebaut. Der oberirdische Befall durch den Blattrandkäfer wurde in den BBCH Stadien 15-17 (Blattentwicklung), 33 (Längenwachstum) und 39-59 (Entwicklung der Blühanlagen) erhoben. Die Anzahl der Larven/Puppen des Blattrandkäfers und die Gesamtzahl der intakten und beschädigten Knöllchen an der Erbsenhauptwurzel wurde im BBCH Stadium 61-71 (Blüte) erhoben. Der Befall durch die Erbsenblattlaus wurde zu drei Terminen (21.5., 28.5. und 10.6.13) bonitiert. Zusätzlich wurde in einem Laborversuch die Entwicklungsdauer der Blattlaus vom ersten Larvenstadium bis zum erwachsenen Insekt an den vier Erbsensorten bestimmt.

Ergebnisse und Schlussfolgerung

Der oberirdische Befall durch *S. lineatus* an den Wintererbsensorten war signifikant geringer als an den Sommererbsensorten. Trotz einer signifikant höheren Larven/Puppendichte im Wurzelraum der Wintererbsen war der Anteil beschädigter Knöllchen signifikant geringer als an den Sommererbsen. Das entspricht den Ergebnissen eines Versuches von BARDNER et al. (1983) in den Jahren 1978-1981 mit Winter- und Sommersorten von *Vicia faba* L. Auch der Befall mit *A. pisum* wies an den Wintersorten signifikant geringere Werte als an den Sommersorten auf. Zu diesen Ergebnissen kamen auch GROHNLE und BÖHM (2013).

Im Laborversuch war die Entwicklungsdauer der Blattlaus auf Wintersorten signifikant länger, was einen Einflussfaktor für den geringeren Befall der Wintererbsensorten darstellen könnte.

Körnererbsen wiesen die höhere Gesamtanzahl an Knöllchen und einen geringeren Prozentsatz durch den Blattrandkäfer beschädigter Knöllchen auf. Während der Blüte und zu Beginn der Kornfüllungsphase waren sie stärker mit Blattläusen befallen als Futtererbsen.

Sommererbsengemenge wiesen während der Blüte und Hülsenau sbildung einen signifikant höheren Befall durch den adulten Blattrandkäfer als alle Reinsaaten und Wintererbsengemenge auf. Wintererbsengemenge mit der geringeren Saatdichte (40 Körner/m^2 bzw. 24 Körner/m^2 bei BioSirius) zeigten einen deutlich geringeren Befall mit der Erbsenblattlaus als alle Sommererbsengemenge.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Wintererbsen hinsichtlich des Schädlingsbefalls eine Alternative zu Sommererbsen in ökologischen und konventionellen Fruchtfolgen darstellen.

Literatur

BARDNER R, FLETCHER KE und GRIFFITHS DC 1983: Chemical Control of the pea and bean weevil, *Sitona lineatus* L., and subsequent effects on the yield of field beans Vicia faba L. Journal of agricultural Science 101, 71-80.

DORÉ T, und MEYNARD JM, 1995: On-farm analysis of attacks by the pea weevil (*Sitona lineatus* L.; Col., Curculionidae) and the resulting damage to pea (*Pisum sativum* L.) crops. Journal of Applied Entomology 119, 49-54.

GROHNLE A und BÖHM H 2013: Blattlaus- und Erbsenwicklerbefall in Wintererbsen-Reinsaaten: Ein Vergleich zu Sommererbsen-Reinsaaten und Wintererbsen-Mischsaaten. In: Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5 - 8.3.2013, 102-105.

KROMP B, HARTL W, NEUNER E, PUTZ B, DIETHART I, HÖHSL B, FRAUENSCHUH EM, ABLEIDINGER C, DIETHART M, LETHMAYER C, STEFFEK R, HAUSDORF H, ALTENBURGER J, BLUMEL S, PLATZ F. und KLINGER, F. 2009: Nachhaltige Regulation von Schaderregern im biologischen Anbau von ausgewählten Körnerleguminosen. Forschungsprojekt 1395, Endbericht 2009, Wien.

LANDON F, LEVIEUK J, HUIGHARD J, ROUGON D und TAUPIN P 1995: Feeding activity of *Sitona lineatus* L. (Col., Curculionidae) on *Pisum sativum* L. (Leguminosae) during its imaginal life. Journal of Applied Entomology 119, 515-522.

MAITEKI GA und LAMB RJ 1985: Growth stages of field peas sensitive to damage by the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 78, 1442–1448.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 89 – 92
ISBN: 978-3-902849-12-0

Einfluss von Rührvorgängen auf pH-Wert, Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen von Rindergülle

Sebastian Ehrmann[1*], Walter Starz[2], Hannes Rohrer[2] und Rupert Pfister[2]

Zusammenfassung

Ammoniak (NH_3)-Emissionen, die bei der Lagerung von Gülle entstehen, führen zu Eutrophierung und Bodenversauerung. Für den/die Landwirt/in stellen Emissionen aufgrund des Verlusts wertvoller Nährstoffe einen wirtschaftlichen Schaden dar. Andere gasförmige Emissionen aus der Gülle in Form von Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) tragen als Treibhausgase zur globalen Klimaerwärmung bei. NH_3- und CH_4-Emissionen aus der Gülle hängen von deren pH-Wert ab. Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, die Auswirkung von Sauerstoffzufuhr mit drei verschiedenen Rührvarianten ((A) nicht gerührt, (B) einmal pro Tag 60 min gerührt und (C) 6-mal pro Tag 10 min gerührt) auf den pH-Wert und das Emissionspotenzial von Rindergülle zu untersuchen. Um Lagerungseffekte zu untersuchen, wurden 2 Durchgänge durchgeführt. Die Gülle wurde auf Inhaltsstoffe untersucht und die Entwicklung des pH-Werts, des Redox-Potenzials und der elektrischen Leitfähigkeit gemessen. Bei den Rührvarianten B und C kam es zu erhöhten pH-Werten und sowohl pH-Wert als auch Kohlenstoff (C)-Emissionen waren im 2. Durchgang über alle Varianten höher. Diese Effekte werden durch den Abbau organischer Säuren erklärt. Die Rührvarianten hatten keinen Einfluss auf die mengenmäßigen C- und Stickstoff (N)-Emissionen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Rühren von Gülle weder ökologische noch ökonomische Vorteile mit sich bringt.

Schlagwörter: Leitfähigkeit, Redox-Potential, Lagerung, biologische Landwirtschaft, Düngung

Summary

Slurry is known as a source of ammonia (NH_3), methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) emissions. The loss of nutrients has a negative impact on farmers in economic terms. Whereas NH3 depositions lead to eutrophication and soil acidification, CH_4 and N_2O emissions are known for their global warming potential. CH_4 and NH_3 emissions depend on the pH value of the slurry and previous studies show that emissions could be reduced by lowering the pH. In order to estimate the influence of oxygen supply on the pH and the emission potential of cattle slurry three stirring experiments ((A) not stirred, B and C stirred for 1 x 60 min per day) were compared. Furthermore, fresh slurry was compared with previous stored slurry to calculate storage effects. Nutrient values, pH value, redox potential end electric conductibility were measured. While carrying out experiments B and C, pH increased over time. Carbon (C) emissions and pH were higher in stored than in fresh slurry. This effects could be explained by the degradation of organic acids. No influence of stirring on quantitative C and nitrogen (N) emissions were observed. The results show that no positive effects of stirring cattle slurry, neither in economic nor in ecological terms, can be expected.

Keywords: conductivity, redox potential, storage, organic farming, fertilisation

Einleitung und Fragestellung

Die bei der Lagerung von Gülle entstehenden Emissionen haben negative Folgewirkungen sowohl in ökonomischer als auch ökologischer Hinsicht. Für den/die Landwirt/in gehen wertvolle Nährstoffe verloren (FRICK und MENZI, 1996, 2) und die aus der Gülle freigesetzten Methan- und Lachgas-Emissionen wirken als Treibhausgase (BMLFUW, 2012,3). Ammoniak (NH_3)-Emissionen sind nicht direkt als Treibhausgas wirksam, führen jedoch zu Eutrophierung und Bodenversauerung (FRICK und MENZI, 1996, 2) und können über N_2O-Bildung auf indirektem Weg zur Treibhausgasbildung beitragen (DE KLEIN et al., 2006).
Harnstoff bzw. Harnsäure aus dem Urin von Tieren wird größtenteils zu Ammonium ($NH_4^{\pm}$) abgebaut (RINKE, 2000, 4). In wässriger Lösung befinden sich NH_3 und NH_4^+ in einem Gleichgewichtszustand, wobei sich das Dissoziationsgleichgewicht im alkalischen Bereich (pH > 7) hin zum NH_3 verschiebt (FRICK und MENZI, 1996, 2). Eine Strategie zur Verminderung der NH3-Emissionen besteht daher in der Senkung des pH-Werts. Kann der pH-Wert unter den für methanbildende Mikroben optimalen Wert von 6,8-7,8 (SCHIEDER et al., 2010, 11) gesenkt werden, sind auch verminderte CH_4-Emissionen zu erwarten.

Eine Reduktion der Emissionen aus Gülle ist vor allem für die Biologische Landwirtschaft von besonderem Interesse, da dies dem Kreislaufgedanken entspricht und N-Emissi-

[1] Student Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Argarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien
[*] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: Sebastian Ehrmann, sebastian.ehrmann@students.boku.ac.at

onen nicht durch Mineraldünger ersetzt werden können. Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, den Einfluss von Rührvorgängen auf Rindergülle zu untersucht, um mögliche emissionsmindernde Effekte festzustellen.

Methode

Die Forschungsarbeiten wurden im Zeitraum vom 18.04.2013 bis zum 08.08.2013 am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Als Testsubstanz wurde mit Leitungs- und Regenwasser verdünnte Gülle von 30 Bio-Milchkühen aus der Wintersaison 2012/13 verwendet.

Mit dem Ziel die Auswirkung von Rührvorgängen auf die Testsubstanz zu untersuchen, wurden in Versuchsgüllebehältern (Abbildung 1) mit ca. 170 kg Fassungsvermögen die drei Rührvarianten (A) nicht, (B) einmal pro Tag 60 min und (C) 6-mal pro Tag 10 min durchgeführt.

Dabei diente die nicht gerührte Variante als Kontrollgruppe. In jeder Wiederholung wurden die Rührvarianten der Rindergülle zufällig den drei Versuchsgüllebehältern zugewiesen (randomisiert) und über einen Zeitraum von zwei Wochen untersucht. Vier Wiederholungen stellten einen Durchgang dar. Insgesamt wurden zwei Durchgänge durchgeführt. Nach jeder neuen Wiederholung wurden die Varianten auf die Versuchsgüllebehälter neu randomisiert. Statistisch handelt es sich dabei um eine einfaktorielle Blockanlage.

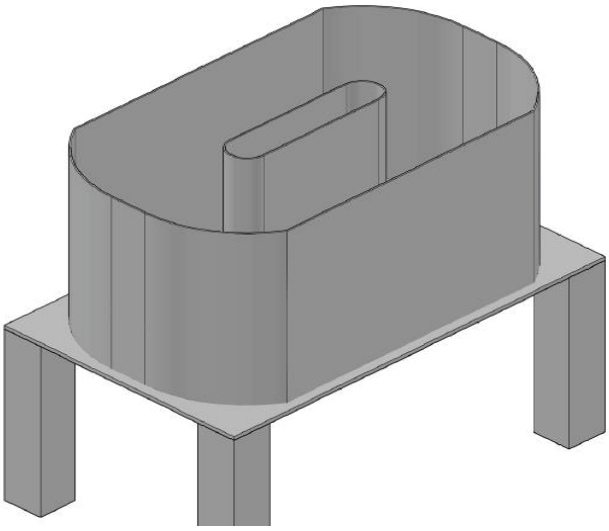


Abbildung 1: **Schematische Darstellung des Versuchsgüllebehälter**

Die Versuchsgüllebehälter waren mit drei Messsonden der Firma WTW zur Messung von pH-Wert, Redox-Potential und elektrischer Leitfähigkeit ausgestattet. Aus den stündlich aufgezeichneten Messwerte wurde das Tagesmittel errechnet.

In jeder Wiederholung wurden am ersten, nach sieben Tagen und am letzten Tag Proben für die chemische Analyse gezogen. Der TM-Gehalt wurde durch Trocknung der Gülle bei 105°C über 48 Stunden ermittelt. Die Bestimmung des Rohasche-Gehalts (XA) erfolgte durch Veraschen im Muffelofen. Der Gesamtstickstoff-Gehalt (N) in der Frischmasse (FM) wurde mit dem Verfahren nach Kjedahl und der Ammonium-Gehalt (NH_4^+) in TM photometrisch mittels Neßler-Reagenz ermittelt.

Die Gehalte an Mineralstoffen (P, K, Mg und Ca,) wurde aus mit Salzsäurelösung versetzter Asche im ICP bestimmt.

Trockenproben (schonende Trocknung bei 50 °C) wurden zur Bestimmung von Kohlenstoff (C)-Emissionen in jedem Durchgang insgesamt zweimal (beim Befüllen und beim Entleeren des Versuchsgüllebehälters) gezogen. Mit der Verbrennungsmethode nach Dumas wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Als Messgerät wurde eine CNS-Ausführung gewählt. Durch Differenzbildung der Werte beim Befüllen und beim Entleeren wurde auf die C- und N-Emissionen geschlossen. Die Güllemengen in den Behältern wurden gewogen um mengenmäßige Emissionen indirekt zu messen.

Die Residuen der Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität untersucht und bestätigt. Für die statistische Auswertung wurde die MIXED-Prozedur (Programm SAS 9.4) verwendet. Die fixen Effekte Variante, Tag, und Durchgang sowie die Wechselwirkungen von Variante*Tag und Variante*Durchgang, die Versuchswoche sowie die Güllebehälter wurden als zufällig (random) angenommen. Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ gewählt. 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. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der ungerührten Kontrollvariante A blieb der pH-Wert weitestgehend konstant und schwankte zwischen 6,9 und 7,0. Bei den beiden Rührvarianten B und C hingegen stieg der pH-Wert im Laufe der Zeit an und stieg bei der Variante B von 7,0 auf 7,2 und bei der Variante C von 7,0 auf 7,3 (Abbildung 2).

Dieser Anstieg kann auf den durch Sauerstoffzufuhr angeregten Abbau organischer Säuren erklärt werden (FRICK und MENZI, 1996, 2). Die Verläufe der elektrischen Leitfähigkeit wiesen ebenfalls auf eine erhöhte Abbaurate organischer Substanz und infolgedessen in Lösung gegangene Ionen hin. Die beiden Rührvarianten B und C zeigten einen ähnlichen Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit und waren signifikant höher als die nichtgerührte Variante A (Tabelle 1) (Abbildung 3). Wie in Abbildung 5 ersichtlich, konnte der pH-Wert gut mit der elektrischen Leitfähigkeit erklärt werden (R^2=0,7119).

Nach einem Abfall des Redox-Potenzials bei allen drei Varianten in den ersten 2-3 Tagen verliefen die Kurve der Kontrollvariante A und der Variante B ähnlich und unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Tabelle 1). Das Redox-Potenzial pendelte sich zwischen -470 und -460 mV ein. Bei der Variante C stieg es hingegen nach einem anfänglichen Abfall wieder an (Abbildung 4). Der signifikant höhere Verlauf des Redox-Potenzials der Variante C gegenüber den Varianten A und B lässt sich über die erhöhte Sauerstoffzufuhr durch das oftmalige Rühren erklären. Die Unterschiede zwischen den Varianten B und C zeigten, dass der Effekt der Sauerstoffzufuhr nicht von der Rührdauer insgesamt, sondern von der Häufigkeit der

Rührvorgänge abhing.

Die drei Varianten unterschieden sich weder in Bezug auf den Nährstoffgehalt noch auf den TM-Gehalt. Einen signifikanten Effekt auf TM- und Nährstoffgehalt (Tabelle 3) hatte der Faktor Durchgang. Fast alle Nährstoffgehalte waren im zweiten Durchgang höher als im ersten. Der TM-Gehalt hingegen war im ersten Durchgang höher als im zweiten.

Insgesamt ergaben sich mit einem durchschnittlichen TM-Gehalt von 63 g/kg FM im ersten bzw. 58 g/kg FM im zweiten Durchgang günstige Verdünnungsverhältnisse. Mit zunehmender Verdünnung ist mit einer pH-senkenden Wirkung zu rechnen (VAN DER STELT et al., 2005, 138) und bereits ab einer Verdünnung mit Wasser von 1:1 (= 5 % TM-Gehalt) ist mit einer Verminderung der NH_3-Emissionen zu rechnen (FRICK und MENZI, 1997, 4).

Der Hauptfaktor Durchgang hatte eine Auswirkung auf den pH-Wert, der im 2. Durchgang signifikant höher ($p < 0,05$) war. Der Anstieg des pH-Werts mit der Zeit wurde bereits von mehreren Autoren dokumentiert, z.B. (VAN DER STELT et al., 2005, 138). Der Abbau von organischer Substanz im Laufe der Zeit könnte für diesen Anstieg verantwortlich sein. Erhöhte C-Emissionen im zweiten Durchgang sind mit dieser Erklärung konsistent (Tabelle 4). Die Variable Durchgang hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die N-Emissionen. Weder die C- noch die N-Emissionen wurden durch die unterschiedlichen Rührintervalle beeinflusst.

Neben den mengenmäßigen Emissionen hat auch die Form der Emissionsraten einen entscheidenden Einfluss auf die Treibhauswirkung der austretenden Gase. CH_4, das unter anaeroben Bedingungen entsteht, ist etwa 21-mal treibhauswirksamer als CO_2 (BMLFUW, 2012, 3). Während aufgrund des höheren Redox-Potenzials der Variante C mit verminderten CH_4-Emissionen zu rechnen ist, hat der höherer pH-Wert der Varianten B und C einen gegenteiligen Einfluss. Der optimale pH-Wert für die Methanbildung liegt zwischen 6,8-7,8 (SCHIEDER et al., 2010, 11). Es gilt daher, diese beiden Effekte gegeneinander abzuwägen, um eine exaktere Aussage über die Treibhausgaswirksamkeit der Gase geben zu können.

Schlussfolgerung

Verschiedene Rührintervalle bzw. kein Rühren hatten keinen mengenmäßigen Einfluss auf die C- und N-Emissionen. Da es jedoch bei den Rührvarianten B und C zu erhöhten pH-Werten kam und dadurch negative Auswirkungen auf das Emissionspotenzial der Gülle zu erwarten sind, wird geraten, das Rühren der Gülle auf ein Minimum zu reduzieren. Damit die Rührvorgänge bei Rindergülle reduziert werden können, ist es wichtig, möglichst geringe Stroh- und Futteranteile in das Substrat zu bekommen. Gerade langfaserige Substanzen erweisen sich bei der Bildung von schwer aufrührbaren Schwimmschichten als sehr ungünstig. Ein weiterer Faktor ist, dass Rührvorgänge einen zusätzlichen technischen und energetischen Aufwand darstellen und somit bei der Energieeffizienz schlecht abschneiden. Sowohl pH-Wert als auch C-Emissionen waren im zweiten Durchgang höher als im ersten. Dies deutet darauf hin, dass C-Emissionen während der Lagerung steigen. Im Hinblick auf die Emissionsbildung wären daher verkürzte Lagerzeiten vorzuziehen. Da dies über die Wintermonate unter mitteleuropäischen Klimabedingungen und wegen gesetzlicher Vorschriften nicht möglich ist, sollte langfristig die Stabilisierung des pH-Wertes in der Gülle angestrebt werden. Dabei genügt es unter die kritische Grenze von pH- 7 zu fallen. Eine günstige und einfache Methode wäre die Verdünnung der Gülle mit Regenwasser, da dieses wegen des gelösten CO2 sauer wirkt. Daher sollte bei der Planung einer neuen Güllegrube ausreichende Lagerreserven berücksichtigt werden.

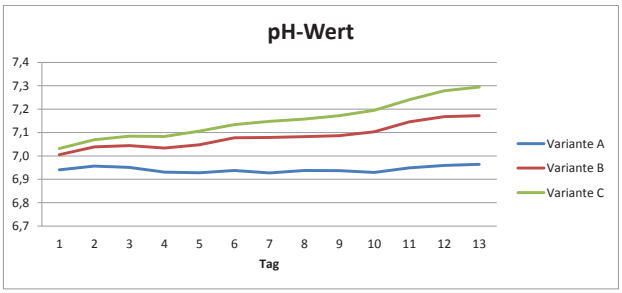


Abbildung 2: **Verlauf des pH-Werts der drei Varianten**

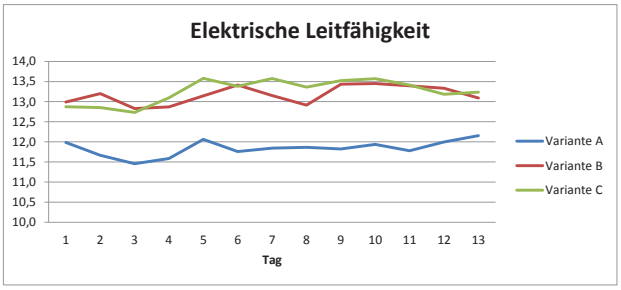


Abbildung 3: **Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit der drei Varianten**

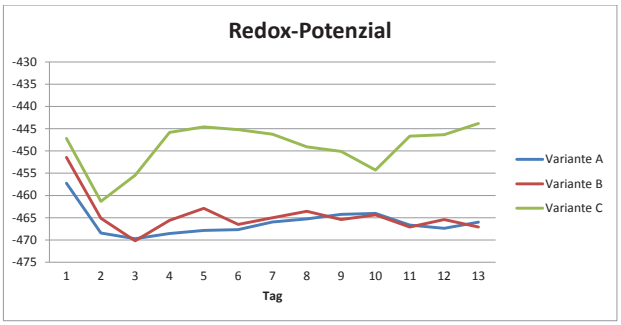


Abbildung 4: **Verlauf des Redox-Potentials der drei Varianten**

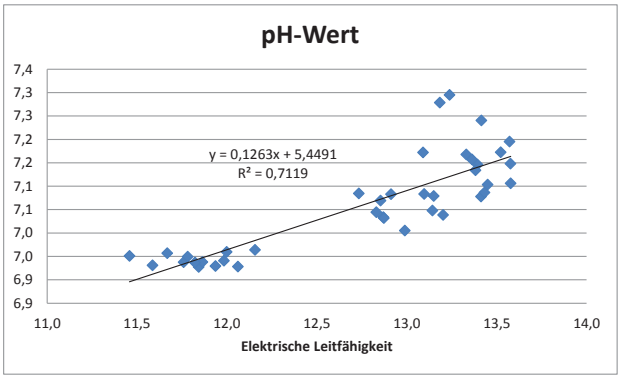


Abbildung 5: **pH-Wert in Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit**

Tabelle 1: **Physikalische Parameter der Gülle in Abhänigkeit der drei Varianten**

Parameter		Variante A		B		C		
		LSMEAN	*SEM*	*LSMEAN*	*SEM*	*LSMEAN*	*SEM*	*p-Wert*
Elekektrische Leitfähigkeit	mS/cm	11,8[b]	0,3	13,2[a]	0,3	13,3[a]	0,3	< 0,0001
pH-Wert		6,9[c]	0,1	7,1[a]	0,1	7,2[a]	0,1	< 0,0001
Redox-Potenzial	mV	-466[b]	7	-465[b]	7	-449[a]	7	< 0,0001

Tabelle 2: **Physikalische Parameter der Gülle in Abhänigkeit der Durchgänge**

Parameter		Durchgang 1		2		
		LSMEAN	*SEM*	*LSMEAN*	*SEM*	*p-Wert*
Elekektrische Leitfähigkeit	mS/cm	12,7[a]	0,3	12,9[a]	0,3	0,2580
pH-Wert		7,0[b]	0,1	7,2[a]	0,1	< 0,0001
Redox-Potenzial	mV	-479[b]	7	-441[a]	7	< 0,0001

Tabelle 3: **Inhaltsstoffe und Nährstoffegehalte der Gülle in Abhänigkeit der Durchgänge**

Parameter		Durchgang 1		2		
		LSMEAN	*SEM*	*LSMEAN*	*SEM*	*p-Wert*
Trockenmasse	g/kg FM	63[b]	0,9	58[a]	0,9	< 0,0001
Rohaschegehalt	g/kg TM	237[b]	3,4	252[a]	3,4	< 0,0001
Kaliumgehalt	g/kg TM	44[b]	0,6	46[a]	0,6	< 0,0001
Calciumgehalt	g/kg TM	23[b]	0,6	25[a]	0,6	< 0,0001
Magnesiumgehalt	g/kg TM	8[b]	0,2	9[a]	0,2	< 0,0001
Phosphorgehalt	g/kg TM	9[b]	0,2	10[a]	0,2	< 0,0001
Stickstoffgehalt	g/kg FM	2,7[b]	0,01	2,7[a]	0,01	< 0,0001
Stickstoffgehalt	g/kg TM	44[b]	0,6	46[a]	0,6	< 0,0001
Ammoniakgehalt	g/kg TM	13[a]	0,2	14[a]	0,2	0,4111

Tabelle 4: **Emissionen der Gülle in Abhänigkeit der Durchgänge**

Parameter		Durchgang 1		2		
		LSMEAN	*SEM*	*LSMEAN*	*SEM*	*p-Wert*
C-Emissionen	g/m³ FM	-30,6[b]	16,3	-64,8[a]	16,3	0,0252
N-Emissionen	g/m³ FM	-4,7[a]	1,3	-3,1[a]	1,3	0,2328

Literatur

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung – Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Online: http://www.bmlfuw.gv.at/land/produktion-maerkte/pflanzliche-produktion/bodenduengung/Bodenschutz.html (18.07.2014).

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2012): Klimawandel – „vom Acker bis zum Teller“. Online: http://www.bmlfuw.gv.at/publikationen/land/klima_acker_teller.html (18.07.2014).

DE KLEIN, C. et al. (2006): N2O Emissions from managed soils, and CO2 Emissions from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Online: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf (18.07.2014).

FRICK, R. und MENZI, H. (1996): Ammoniakverluste nach der Hofdüngeranwendung – Stark unterschiedliche Verluste je nach Bedingungen. FAT-Berichte 486. Online: http://www.gl.ch/documents/44_Ammoniakverluste_Hofduengeranwendung_FATBericht_486.pdf (29.07.2014).

RINKE, G. (2000): Verminderung von Ammoniakemissionen aus Gülle durch die Zumischung von milchsäurehaltigem Restwasser aus der mechanischen Entwässerung feuchtkonservierter Biomasse als regenerativer Energieträger. Als Ms. gedr. Aachen: Shaker Verlag.

SCHIEDER, D. et al. (2010): Prozessmodell Biogas. Bayern Biogas Forum 2010/3. Online: http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Prozessmodell_Biogas.pdf (24.07.2014).

VAN DER STELT, B.; TEMMINGHOFF, E. J. M.; VAN RIEMSDIJK, W. H. (2005): Measurement of ion speciation in animal slurries using the Donnan Membrane Technique. Analytica Chimica Acta 552: 135-140.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 93 – 100
ISBN: 978-3-902849-12-0

Einfluss von Mist- und Gülledüngung auf wichtige Bodenparameter im Dauergrünland

Wolfgang Angeringer[1,3*], Walter Starz[2], Rupert Pfister[2], Hannes Rohrer[2] und Gerhard Karrer[3]

Zusammenfassung

In einem 3-jährigen Feldversuch auf zwei montanen Dauerwiesen im obersteirischen Pölstal wurde der Einfluss von Mist- und Gülledüngung sowie eine Erhöhung der Schnittanzahl von 2 auf 4x jährlich auf den Bodengehalt von Humus, C/N-Verhältnis, pH-Wert, Phosphor und Kalium untersucht. Als erklärende Variable des Pflanzenbestandes wurde die mittlere Nährstoffzahl nach ELLENBERG, sowie die Nährstoffbilanzen von Stickstoff- Phosphor und Kalium herangezogen.

Die Gehalte von Phosphor, Kalium und Humus, sowie das C/N-Verhältnis entwickelten sich bei Mist- und Gülledüngung verschieden. Die Nährstoffgehalte beider Wirtschaftsdünger variierten im Versuchsablauf stark, im Mistdünger mehr als in der Gülle. Phosphor und vor allem Kaliumgehalte waren im festen Wirtschaftsdünger stärker konzentriert, die Düngermenge stellten wir auf die empfohlenen Stickstoffgaben ein. Phosphor, Kalium und Humusgehalte im Boden waren in den mistgedüngten Varianten zu Versuchsende höher. Das C/N-Verhältnis verengte sich bei Gülledüngung, was auf einen rascheren Nährstoffumsatz im Boden schließen lässt. Die N-Zahl des Pflanzenbestandes stieg mit zunehmender Nutzungsintensität und bei Gülledüngung stärker, Nährstoffzeiger erreichten hier höhere Deckungswerte. Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes reagierte rascher auf Nutzungsintensivierung als die Bodenkennwerte. Die höheren Nährstoffentzüge bei intensiverer Nutzung zeigten sich noch nicht im Ertrag, dieser blieb über 3 Jahre konstant hoch. Durch Gülledüngung konnten höhere Erträge erreicht werden, resultierend in stärkeren Nährstoffentzügen. Es wird empfohlen, sowohl den Pflanzenbestand über die Zeigerpflanzen als auch den Boden über regelmäßige Bodenanalysen im Auge zu behalten, um plötzlichen Ertragseinbussen vorbeugen zu können.

Schlagwörter: Goldhaferwiese, Rindergülle, Rindermist, Humus, Phosphor, Kalium, pH

Summary

An on-farm field experiment was established at two hay meadows of Upper Styrian Pöls valley to investigate the effect of organic fertilisers manure and slurry together with an increase of cutting regime (2, 3, 4 cuts/year) on soil parameters humus, C/N-ratio, pH-value, phosphor and potassium. Indicator nutrient values as established by ELLENBERG as well als yield minus fertilising balances of N, P and K were used as explanatory variables of the plant composition. Amount of fertiliser spread was determined by nitrogen input as advised by official guidelines.

After 3 years of investigation, we found different soil contents of P, K, humus and C/N-ratio due to type of organic fertiliser. Nutrient content of slurry and even more in manure were exposed to great variation during experminent. Soil contents of potassium, phosphor as well as humus were higher in manure fertilised plots. In opposition, C/N-ratio shortens at slurry dung plots indicating a faster circulation of nutrients, which is shown by an increasing nutrient indicator value too. Thus, species prefering nutrient-rich soils reach higher cover percentages at 4 cuts and slurry application. Overall, plant composition changes faster than soil parameters. Besides the fact that application of slurry led to higher biomass yield and thus to higher nutrient outputs, amount of harvest stayed constant at all treatments during the experiment.

We conclude that it is important to have a look on performance of indicator species as well as soil parameters to prevent short-term breaks in biomass yield of montane permanent grasslands.

Keywords: montane hay-meadow, slurry, manure, humus, phosphor, potassium, pH

Einleitung

Österreichs Landwirtschaft ist geprägt durch die Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden für die Haltung von Wiederkäuern. Die Tier- und Flächenausstattung von rinderhaltenden Betrieben vergrößert sich infolge des Strukturwandels in der Landwirtschaft immer mehr, womit sich auch das Wirtschaftsdüngermanagement ändert. Aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen geht der Trend von einem System der festen Wirtschaftsdünger wie Mist, Rottemist und Kompost zur Güllewirtschaft. In letzter

[1] Bio Ernte Steiermark, A-8052 Graz
[2] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[3] Universität für Bodenkultur, Institut für Botanik, A-1180 Wien
[*] Ansprechpartner: DI Wolfgang Angeringer, wolfgang.angeringer@ernte.at

Zeit gibt es jedoch auch wieder Betriebe die zum Kompost, Tretmist- und Festmiststall zurückkehren. Als Grund wird vor allem die günstige Wirkung auf Bodenfruchtbarkeit und Humus angeführt.

Eine wesentliche Fragestellung für die landwirtschaftlichen Betriebe ist daher die Wirkung von Gülle- und Mistdünger auf Boden und Ertrag. Die starken Schwankungen im Pflanzennährstoffgehalt der Wirtschaftsdünger sind ein Grund dass es dazu wesentlich weniger Versuchsergebnisse gibt als zum Einsatz von Handelsdüngern (KLAPP 1954, VOIGTLÄNDER & JACOB 1987). Je nach Haltungssystem, Tierart, Rationsgestaltung und Grundfutterqualität sind unterschiedliche Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngern zu erwarten (BUCHGRABER & GINDL 2004). Für die Düngeberechnung und Einhaltung gesetzlich und förderrechtlich vorgeschriebener Obergrenzen (Stickstoff, Phosphor), werden in Österreich die Tabellenwerte der Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006) herangezogen. Möchte die Landwirtin oder der Landwirt die in der Praxis tatsächlich gegebenen Nährstoffmengen wissen, ist die Beprobung seiner Gülle- und Mistlager unumgänglich.

Der größte Unterschied zwischen den Wirtschaftsdüngern besteht in der Nährstoffwirkung. Während die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium in ihrer Wirkung den Mineraldüngern gleichgestellt werden, gibt es in der Wirksamkeit des Stickstoffes große Unterschiede. Rindergülle hat ein ausgeglichenes Verhältnis von Ammonium- und organisch gebundenen Stickstoff, während letzterer im Mist einen höheren Anteil aufweist. Somit ist die langfristige Wirkung des Mistdüngers stärker (BUCHGRABER & GINDL 2004).

Die bestandesändernde Wirkung von Mist zu Gülledüngung wurde in den Anfängen der Güllewirtschaft verstärkt beobachtet (KLAPP 1954, KUTSCHERA 1985), wobei im hier besprochenen Versuch vor allem die positive Wirkung der festen Wirtschaftsdünger auf den Kleeanteil festgestellt wurde (ANGERINGER et al. 2013a). Häufig wird auf das hohe K- und relativ geringe P- und N-Angebot in der Rindergülle hingewiesen, als Hauptgrund für die Entstehung der stark verunkrauteten „Gülleflora“ (KUTSCHERA 1985). In den letzten Jahren wird der Nutzungsintensität, und hier vor allem dem Zeitpunkt des ersten Schnittes, stärkere Bedeutung für ertragsschwache Grasnarben beigemessen (BOHNER et al. 2011).

Der Einfluss der Wirtschaftsdüngerarten Rindergülle und Rinder-Rottemist auf den Bodengehalt von Kalium, Phosphor, Gesamtstickstoff, Humus und pH-Wert von Dauergrünland ist noch wenig bekannt. Im folgenden Artikel werden die Ergebnisse aus den Bodenanalysen eines umfangreichen 3-jährigen Praxisversuches auf Goldhaferwiesen im obersteirischen Pölstal vorgestellt. In ANGERINGER et al. (2011, 2013a, b) wurden bereits erste Ergebnisse der Pflanzenartenzusammensetzung und Ertrag vorgestellt.

Material und Methoden

Der Untersuchungsgegenstand sind naturnahe Dauerwiesen des gemäßigten Klimas Mitteleuropas, auf deren Standorten aufgrund ihrer ungünstigen Hanglage Ackerbau nicht ökonomisch sinnvoll betrieben werden kann. In einem Feldversuch wurden die Behandlungen Schnitthäufigkeit 2, 3, 4 Schnitte/Jahr und Gülle/Mistdüngung auf 2 Standorten im obersteirischen Pölstal untersucht.

Der Rottemist des Versuchsbetriebes stammte aus Ochsenmast und wurde in mit Kompostvlies abgedeckten Feldmieten 3 (Frühjahrsdüngung) bis 9 (Herbstdüngung) Monate zwischengelagert. Die Gülle stammte vom Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und ist durch den offenen Laufhof sowie Spritzwasser des Melkstandes mehr oder weniger stark verdünnt. Besonders im Herbst steigt die Verdünnungsrate, da den Kühen Vollweide gewährt wird. Die Nährstoffkonzentration ist daher im Rottemist höher als in der verdünnten Gülle. Die Düngemengen wurden für beide Düngervarianten auf die empfohlenen Stickstoffmengen (BMLFUW 2006) und innerhalb des österreichischen Programmes für eine umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL 2007) angepasst (Tab. 1).

Die geologischen Rahmenbedingungen sind durch die Lage innerhalb der kristallinen Gesteine der Niederen Tauern gekennzeichnet. Das Ausgangsgestein der Versuchsflächen ist der leicht verwitternde phyllitische Glimmerschiefer (www.gis.steiermark.at), worauf sich Carbonat-freie Braunerden mit sauren bis leicht sauren pH-Werten von 5,2 bis 5,8 entwickelt haben. Die österreichische Bodenkartierung bezeichnet den Bodentyp als Felsbraunerde, die Bodenart als lehmigen Sand (www.bodenkarte.at). Der Boden beider Versuchsflächen ist tiefgründig (AB >70 cm), mit für Dauergrünland typischem fließendem Übergang zwischen A und B- Horizont. Beide Standorte liegen ca. 40 Höhenmeter voneinander entfernt. Der Anger ist um 5° steiler als die Hauswiese und etwas mehr nach Westen exponiert (Tab. 2, Abb. 1). Das Klima ist relativ kühl mit einem Jahresmittel

Tabelle 1: **Hauptfaktoren Wirtschaftsdünger und Schnittzahl sowie Mähzeitpunkt**

Faktorstufenkombination			Mähzeitpunkte			
Variante	Schnitte	Düngerart u. N-Menge	1	2	3	4
2M	2	Mist - 70kgN ha^{-1}	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–
2G	2	Gülle-70kgN ha^{-1}	Juni 1-8	Aug. 17-20	*Okt. 19-21	–
3M	3	Mist-120kgN ha^{-1}	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–
3G	3	Gülle-120kgN ha^{-1}	Mai 16-23	Juli 18-21	Sept. 13-29	–
4M	4	Mist-150kgN ha^{-1}	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29
4G	4	Gülle-150kgN ha^{-1}	Mai 9-12	Juni 27-30	Aug. 1-5	Sept. 13-29

* 3. Schnitt im Spätherbst, um Nachweide zu simulieren

Tabelle 2: **Standortbeschreibung der Untersuchungsflächen Anger und Hauswiese**

Parameter	Anger	Hauswiese
Seehöhe m ü.A. (ÖK 1:10000)	920	960
Koordinaten	47°15.952´N, 14°30.808´E	47°16.058´N, 14°30.787´E
Hangneigung (Grad)	12	7
Exposition	235°SW	215°SW
Pflanzengesellschaft	Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiese	Frauenmantel-Glatthaferwiese

von 5,9 °C und einem Jahresniederschlag von 900-1000 mm, wovon 700 bis 800 mm in der Haupt-Vegetationsperiode von Mai bis Oktober fallen (PRETTENTHALER 2010). Der Pflanzenbestand des Angers kann im weiteren Sinne den Goldhaferwiesen, jener der Hauswiese den Glatthaferwiesen zugeordnet werden. Für nähere Informationen zum Versuchsaufbau und Beschreibung des Pflanzenbestandes siehe ANGERINGER et al. (2013b).

Abbildung 1: **Fotos der Versuchsflächen: A Hauswiese (23.07.2010, 2. Ernte Variante 3,4), B Anger (03.06.2010, 1. Ernte Variante 1,2), Bilder: Angeringer**

Am 07.04.2009 und 15.04.2012 wurden mittels Schüsserlbohrer auf allen 60 Parzellen Mischproben aus jeweils 10 Einstichen je Parzelle von 0-10 cm Tiefe gezogen. Die Untersuchung erfolgte an der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) nach der jeweiligen ÖNORM (Öst. Normungsinstitut) für folgende Kennwerte: pH-Wert ($CaCl_2$), Phosphor (mgP/kg CAL), Kalium (mgK/kg CAL), Humus (% 650°C TOC) und Gesamtstickstoff (Nt%). Als erklärende Variable aus den Vegetationsdaten wurden die Nährstoffzahlen (N-Zahl) aus ELLENBERG (1996) herangezogen. Dabei wurde der quantitative mittlere Zeigerwert aus den maximal je Aufnahme auftretenden Deckungsprozenten jeder Art für jedes Jahr berechnet (DIERSCHKE 1994):

$$mZquant. = \frac{\sum(Z \times D\%)}{\sum D\%}$$

wobei: Z = Zeigerwert und D% = Deckungswert in Prozent, höchster Wert innerhalb eines Jahres für jede Art: Frühjahr, Sommer, Herbst.

Ergebnis und Diskussion

1.1 pH-Wert

Der pH-Wert ($CaCl_2$) zeigt einen leicht steigenden Trend von 2009 auf 2012, bei allen Varianten und beiden Standorten (Tab. 3). Die Behandlung hatte keinen direkten Einfluss auf den pH-Wert (Tab. 4), auf der Hauswiese stieg der pH-Wert bei den Mistvarianten, am Standort Anger bei Gülledüngung an (Abb. 2). Der Versuchszeitraum ist demnach zu kurz, um eine sichere Aussage des Einflusses der Wirtschaftsdüngerarten auf den pH-Wert treffen zu können. Beide Untersuchungsflächen liegen im ökologisch günstigen Silikat-Pufferbereich nach ULRICH (1981) zwischen 5,7-5,8 (Anger) und 5,9-6,0 (Hauswiese), ihre Basensättigung kann als günstig angenommen werden. Innerhalb der pH-Spanne von 5 bis 6,5 ändert sich zwar die Artenzusammensetzung und der Mineralstoffgehalt in den Aufwüchsen, der Masseertrag wird jedoch im gedüngten Grünland erst in den Extremen außerhalb dieser Grenzen beeinflusst (VOIGTLÄNDER & JACOB 1987). BOHNER et al. (2007) fanden durchschnittlich einen pH-Wert von 5,2 in Kriech-Schaumkresse-Goldhaferwiesen und 6,5 in Frauenmantel-Glatthaferwiesen, diese beiden Grünlandgesellschaften liegen also an den jeweiligen Enden des für Dauerwiesen optimalen Boden-pH-Wertbereiches.

Der Anstieg des pH-Wertes von 2009 auf 2012 kann sowohl auf die gezieltere Düngung mit dem neutralen Wirtschaftsdünger als auch auf die Witterung vor der Probenahme zurückgeführt werden.

Insgesamt wurden im Versuchsverlauf keine besonderen Witterungsextreme gemessen, die Witterung 2012 war 7 Tage vor der Probenahme feuchter und kühler als 2009. Kurzfristige Schwankungen sind aufgrund der vielen Einflussfaktoren auf den pH-Wert des Bodens jederzeit möglich und deren Ursachen schwer zu erfassen.

Eine Bodenversauerung wurde bei Brachfallen von Wirtschaftswiesen infolge der Anwachsenden Streuschicht gefunden (GISI & OERTLI 1981). Im 150-jährigen Park Grass Experiment sank der pH-Wert auf den ungedüngten Parzellen in den 1960-80-er Jahren infolge erhöhter HNO_3 und H_2SO4-Einträge menschlichen Ursprungs aus dem Niederschlag ab, und erreichte 2000 wieder das Niveau von 1856 (SILVERTOWN et al. 2006).

Tabelle 3: **Entwicklung Bodenparameter je Standort 2009 und 2012 deskriptiv (x, (s^2), n=30), sowie in Abhängigkeit des Jahreseinflusses (ProcMixed, n=30, α=0,05). Gehaltsstufen bei P und K: B=niedrig, C=ausreichend, D=hoch (BMLFUW 2006).**

Bodenparameter	Hauswiese 2009	Anger 2012	2009	2012	*p* (Jahr)
pH ($CaCl_2$)	5,9 (0,17)	6 (0,21)	5,7 (0,15)	5,8 (0,16)	**0,0035**
P (mg/kg)	71, D (17)	57, C (11)	36, B (8)	31, B (8)	**< 0,0001**
K (mg/kg)	271, D (68)	264, D (105)	133, C (41)	122, C (49)	0,4013
Humus (%)	8,3 (0,9)	7,4 (0,7)	7,4 (0,6)	6,3 (0,4)	**< 0,0001**
Nt (%)	0,44 (0,05)	0,43 (0,04)	0,4 (0,03)	0,39 (0,02)	0,2077
C_{org}/Nt	11,1 (0,4)	10 (0,5)	10,8 (0,4)	9,4 (0,3)	**< 0,0001**
N_mZ	5,6 (0,2)	5,5 (0,4)	5,3 (0,1)	5,2 (0,3)	**0,0032**

Tabelle 4: **Entwicklung Bodenparameter von 2009 auf 2012 in Abhänigkeit von der Behandlung (*ProcMixed n=10, α=0,05*).**

	Wirtschaftsdüngerart				Nutzungen/Jahr					
Para-meter	Gülle LSM	Mist LSM	SEM	p	2 LSM	3 LSM	4 LSM	SEM	*p*	s_e
pH	5,9	5,9	0,058	0,6223	5,8 [a]	5,8 [a]	5,9 [a]	0,060	0,2484	0,16
P mg/kg	46	52	1,926	**0,0102**	48 [a]	51 [a]	47 [a]	2,222	0,2311	11,57
K mg/kg	174	221	21,79	**<0,0001**	192 [a]	198 [a]	203 [a]	22,475	0,6958	56,19
Humus %	7,2	7,5	0,226	**0,0185**	7,4 [a]	7,5 [a]	7,2 [a]	0,234	0,2445	0,65
N_t	0,41	0,42	0,013	**0,0333**	0,41 [a]	0,42 [a]	0,41 [a]	0,014	0,2821	0,03
C_{org}/N_t	10,3	10,4	0,053	0,1221	10,5 [a]	10,3 [ab]	10,2 [b]	0,065	**0,0068**	0,41
mZ_N_{quant}	5,46	5,37	0,046	**0,0121**	5,3 [c]	5,4 [b]	5,6 [a]	0,049	**< 0,0001**	0,16

1.2 Humus, Gesamtstickstoff und C/N-Verhältnis

Der Humusgehalt, ausgedrückt in Prozent Kohlenstoff (*„total organic carbon (TOC)“*), ist für Grünland typisch als hoch einzustufen. Hier liegt die gut versorgte Hauswiese (7-8%) einen Prozentpunkt über dem Anger (6-7%). Der Abstand zwischen den Standorten blieb auch zu Versuchsende konstant, allerdings verringerte sich der Humusgehalt um einen Prozentpunkt bei allen Varianten auf beiden Standorten (Tab. 3). Die Mistdüngung hatte einen signifikanten Einfluss auf den Bodenhumusgehalt, mit einem geringen Unterschied zu Gülledüngung von 0,3%. Die Schnittanzahl hatte hingegen keinen Einfluss. Dieselbe Entwicklung gibt es beim Gesamtstickstoffgehalt (N_t), der ebenfalls bei den Mistvarianten in geringem Maß ansteigt. Das C/N-Verhältnis als Maßzahl für die Humusqualität, verengt sich bei Nutzungsintensivierung, ein Indiz für die raschere Nährstoffumsetzung im Boden (Tab. 4, Abb. 2).
BOHNER et. al. (2007) geben im Mittel für Goldhaferwiesen 5,7% und für Glatthaferwiesen 6,7% Corg an. CAPRIEL & SEIFERT (2009) fanden im Mittel des Wirschaftsgrünlandes 6,2%, VOIGTLÄNDER & JACOB (1987) geben für lehmige Sandböden unter Dauergrünland 7,5% C_{org} an.

Die Vergleichbarkeit der einzelnen Humus- und Kohlenstoffangaben ist in absoluten Zahlen dabei nur eingeschränkt gegeben, da unterschiedliche analytische und Erhebungsmethoden angewendet werden. Erstere konnten keine globalen Veränderungen im Humusgehalt über 20 Jahre auf den bayerischen Boden-Dauerbeobachtungsflächen feststellen, wohl aber Hinweise auf eine Abnahme des Humusgehaltes auf einigen Standorten, das mit einer Abnahme des Viehbesatzes und Reduktion des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Verbindung gebracht wird.

Eine Humussteigerung (C_t) von 0,4% im Vergleich zu einer ungedüngten Variante fand ZÜRN (1968 in VOIGTLÄNDER & JACOB 1987) und schließt, dass die Humuswirkung von Stallmist ohne mineralische Ergänzungsdüngung auf Dauergrünland von untergeordneter Bedeutung. NEUDORFER & BUCHGRABER (2003) fanden auf einem *Poo-Trisetetum* über Braunlehm 8-10,5% Humus, wobei die

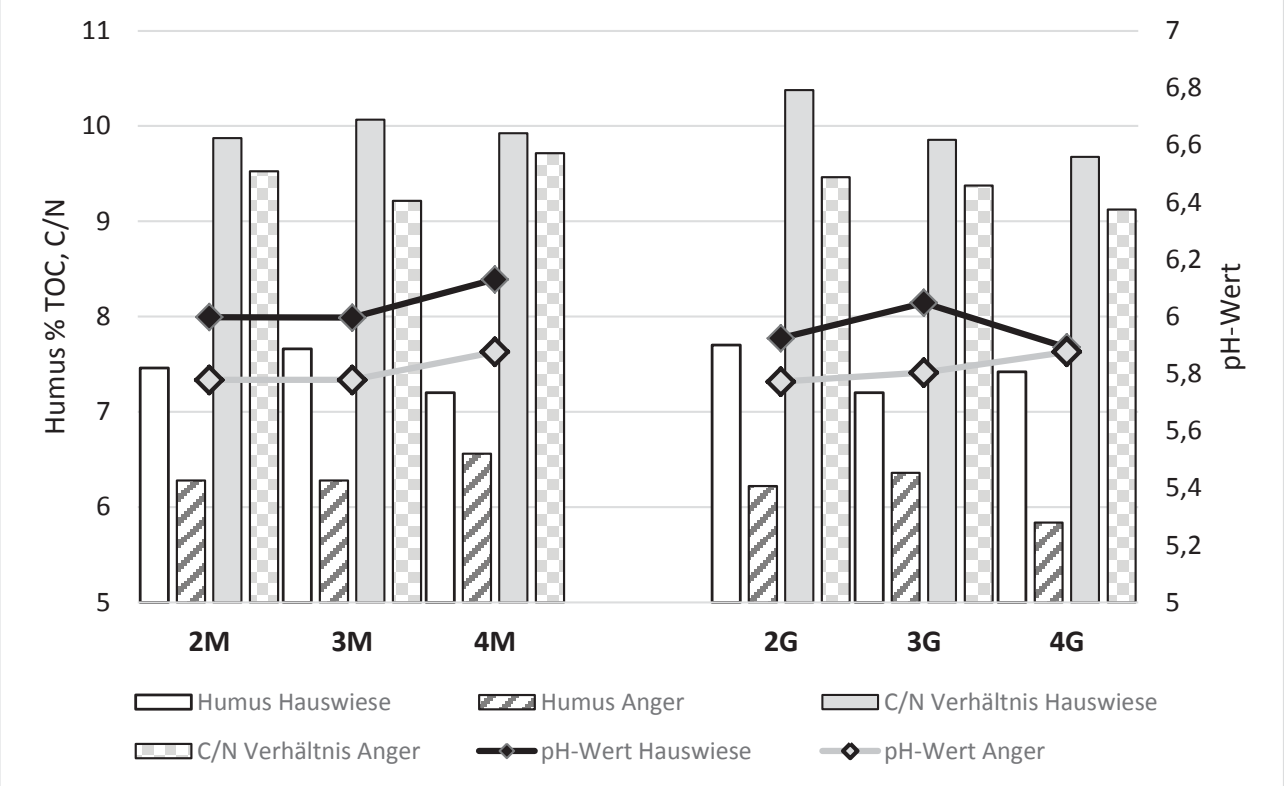


Abbildung 2: **Humusgehalt (% TOC), Corg/Nt-Verhältnis und pH-Wert in Abhängigkeit von Standort und Behandlung (2, 3, 4 Schnitte/Jahr; M=Mist, G=Gülle; x, n=5) zu Versuchsende 2012.**

Tabelle 5: **Gedüngte Mengen P und K in kg/ha, empfohlene Düngemenge laut Richtlinien für die sachgerechte Düngung (kursiv, BMLFUW 2006).**

	Behandlung					
Phosphor	**2M**	**2G**	**3M**	**3G**	**4M**	**4G**
Herbst 2008	17		29		36	
2009	18	15	30	26	37	30
2010	21	16	33	26	40	31
2011	17	14	30	28	36	31
Empfehlung	20	20	28	28	35	35
Kalium						
Herbst 2008	85		147		182	
2009	52	75	88	195	109	182
2010	124	76	194	185	237	178
2011	144	76	233	153	284	164
Empfehlung	100	100	140	140	170	170
Stickstoff fest	70	70	120	120	150	150

Tabelle 6: **Entwicklung der Nährstoffbilanz (Düngereintrag – Ernteentzug ohne Verluste) der Hauptnährstoffe N, P, K von 2009 auf 2012 je Variante und Jahres-Wechselwirkungen, (*ProcMixed, n=10, α=0,05*).**

	Behandlung											
Bilanz		**2M LSM**	**2G LSM**	**3M LSM**	**3G LSM**	**4M LSM**	**4G LSM**	**SEM**	**p**	**Dünger* Jahr p**	**Schnitte* Jahr p**	s_e
N	kg/ha	-119	-129	-136	-135	-170	-212	9	**0,0154**	**0,0258**	**0,0009**	*37*
P	kg/ha	-13	-17	-12	-18	-12	-22	1	**0,0157**	0,2018	**0,0318**	*5*
K	kg/ha	-121	-147	-154	-163	-159	-214	9	**0,0156**	**< 0,0001**	**0,0276**	*43*

Wirtschaftsdüngervarianten nach 32 Versuchsjahren höhere Humusgehalte hatten als die rein mineralisch gedüngten Parzellen. Im Dauerversuch Rothamsted verdreifachte sich der Gehalt an C_{org} bei Stallmistdüngung von 1852 bis 1988 (JENKINSON 1988 in BLUME et al. 2010).

Welche Faktoren den Jahreseffekt der generellen Humusabnahme hervorgebracht haben, kann nicht zweifelsfrei beantwortet werden. Neben Witterungseinflüssen (milde Winter), kommen auch methodische Abweichungen in Frage (manuelle Entfernung von mehr oberirdischer Biomasse 2012). Die Verengung des C/N-Verhältnisses bei Erhöhung der Nutzung ist auf die Güllevarianten zurückzuführen (Abb. 2), der angebotene Stickstoff im Flüssigdünger liegt zu ca. 50% in pflanzenverfügbarer Form (NH_4) vor, im Stallmist wird die N-Direktwirkung hingegen von 0 bis 30% angenommen (VOIGTLÄNDER & JACOB 1987).

1.3 N-Bilanz, Phosphor und Kalium

Da davon ausgegangen wurde, dass die gebundenen Nährstoffe in Rottemist erst langsam freiwerden, wurde die Erstdüngung bereits im Herbst 2008 durchgeführt. In Tabelle 5 sind die gedüngten Phosphor- und Kaliummengen aufgelistet. Darin sind die hohen Kaliummengen im Rottemist ersichtlich, wie auch die starke Schwankung dieses Nährstoffes im Jahresvergleich. Der Phosphorgehalt schwankt nur wenig, im Mistdünger sind die Gehalte höher. Die empfohlenen Düngemengen laut den österreichischen Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006) werden für Phosphor eingehalten, bei Kalium mit steigender Nutzungsintensität, vorrangig bei Mistdüngung überschritten (Tab. 5).

Die N, P, K- Entzüge konnten jedoch aufgrund der hohen Erntemengen bei empfohlenen Düngemengen über die Wirtschaftsdünger alleine nicht ausgeglichen werden, wodurch die Bilanzen für die Hauptnährstoffe Stickstoff und Kalium stark negativ, und für Phosphor leicht negativ sind. Wie Tabelle 6 zeigt, hat die Nutzungsintensität auf die Nährstoffbilanz (Düngereintrag – Ernteentzug ohne Verluste) von allen 3 Hauptnährstoffen einen signifikanten Einfluss. Bei Gülledüngung ist die Bilanz aufgrund höherer Erträge im Schnitt stärker negativ als bei Rottemist.

Der N-Entzug bei 4 Schnitten und Gülledüngung liegt nach 2 Versuchsjahren um 100kgN/ha höher als bei traditioneller Nutzung (Tab. 6, Abb. 3), dieselbe Beobachtung machten THOMET et al. (1989) auf höher gelegenen Goldhaferwiesen in der Schweiz bei vergleichbarer Intensivierung (Vorverlegung des 1. Schnittes um 4 Wochen). Der N-Entzug liegt in unserem Versuch zwischen 119 und 212kg/ha, beim Schweizer Düngeversuch zwischen 130 (2 Schnitte) und 168kgN/ha (4 Schnitte). Zumindest ein Teil des Stickstoffbedarfes kann über die Knöllchenbakterien der Leguminosen ausgeglichen werden, KAHNT (2008) gibt jährliche N-Fixierleistungen von reinen Weißkleebeständen zwischen 220 bis 530kg/ha an. Die Stickstoff-Nettomineralisation in Böden unter Berg-Goldhaferwiesen (Trisetetum) liegt ungedüngt bei 60, mit Düngung über 150 kgN/ha (RUNGE 1978 in DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Da die Erträge beim Möderbrugg-Versuch während des Versuchszeitraumes ansteigen (ANGERINGER, unpubl.), wurden die fehlenden Nährstoffe aus dem Boden nachgeliefert. NEUDORFER & BUCHGRABER (2003) erzielten bei einer 32-jährigen N-Aushagerung auf einem Poo-Trisetetum des Alpenvorlandes und 3 Nutzungen noch 8,5 t TM/ha mit mineralischer PK-Ergänzung und bei 2 Nutzungen 6 t TM/ha ohne Düngung. Den hohen Ertrag führen sie auf den N-Ausgleich aus dem Leguminosen-Ertragsanteil von 23% zurück.

Der Ausgangsgehalt an Phosphor kann als „ausreichend bis hoch“ in der Hauswiese und „niedrig“ beim Anger angenommen werden. Abbildung 3 zeigt den Phosphor und Kaliumgehalt zu Versuchsende in Abhängigkeit der Behandlung an, und stellt diese zusammen mit den Bilanzen (Düngung-Ertrag) Gehaltsstufen dar. Der Phosphorgehalt im Boden nimmt im Versuchszeitraum generell ab (Tab. 3), bei den Güllevarianten stärker als bei Mistdüngung (Tab. 4). Zur stärksten Abnahme des Kaliumgehaltes führt die Gülledüngung (Tab. 4). Besonders deutlich ist die Abnahme der Phosphor- und Kaliumgehalte in den 4-Schnitt-Güllevarianten der Hauswiese, hier sind die Nährstoffausträge am Größten (Abb. 3). Die Anzahl der Schnitte hat hingegen alleine betrachtet keinen direkten Einfluss auf den Nährstoffgehalt im Boden (Tab. 3).

Nach BOHNER & SOBOTIK (2000) sind die Goldhaferwiesen des angrenzenden Ennstales größtenteils niedrig mit Phosphor und ausreichend mit Kalium versorgt. Im Mittel

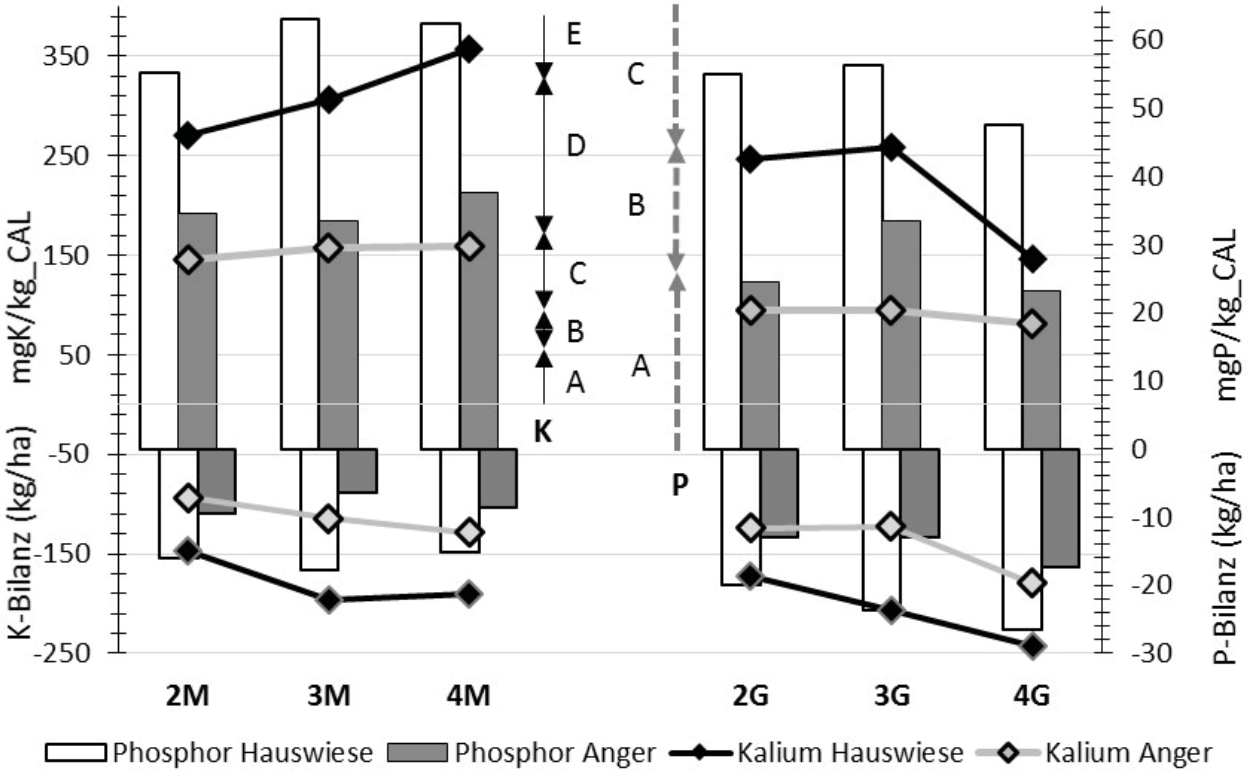


Abbildung 3: **Bodengehalte Kalium und Phosphor (mg/kg_CAL) in Abhängigkeit von Standort und Behandlung (2, 3, 4 Schnitte/Jahr; M=Mist, G=Gülle; x, n=5) zu Versuchsende 2012; Gespiegelt <0: K, P-Bilanz (Düngung–Ernte in kg/ha, x 09-11, n=15). Vertikale Pfeile stellen Gehaltsstufen der Düngeempfehlungen für Kalium (links, schwarz) und Phosphor (rechts, grau unterbrochen) dar: A=sehr niedrig, B=niedrig, C=ausreichend, D=hoch, E=sehr hoch (BMLFUW 2006).**

fanden sich 38 mg/kg P und 97 mg/kg K auf 30 verschiedenen Standorten (BOHNER et. al. 2007). Der Phosphor-Gehalt im Oberboden von Wirtschaftsgrünland zählt zu den besten Bodenindikatoren für die Bewirtschaftungsintensität und Bodenfruchtbarkeit, wobei artenreiche Grünlandgesellschaften einen P-Gehalt von <25 mg/kg P aufweisen (BOHNER 2005). JANSSENS et.al. (1998) fanden einen Zusammenhang zwischen niedrigem Phosphorgehalt und hoher Artenvielfalt im Dauergrünland Westeuropas.

1.4 Nährstoffzahl

Die Nährstoffzahl nach ELLENBERG (1996) dient als Antwortvariable des Pflanzenbestandes auf sich ändernde Nährstoffgehalte im Boden, in erster Linie Stickstoff. Die Wiesenarten reagieren sensibel auf die Bodengehalte von Phosphor und Kalium, die N-Zahl ist in der besser versorgten Hauswiese höher, und nimmt analog zu P und K im Versuchszeitraum ab (Tab. 3). Eine intensivere Bewirtschaftung führt zudem zu einem deutlichen Anstieg der N-Zahl (Abb. 4).

Die N-Zahl kann in Zusammenhang mit der Stickstoffbilanz gebracht werden, die Entzüge sind bei intensiver Nutzung durch den hohen Mehrertrag stärker negativ. Abbildung 5 zeigt den Zusammenhang zwischen N-Bilanz und mittlerer N-Zahl im Jahr 2011. Die frühe Nutzung hat also einen hohen Einfluss auf den Pflanzenbestand, sie fördert jene Arten, die nährstoffreichere Standorte bevorzugen, obwohl die N-Bilanz stark negativ ist. Ein Indiz dafür, dass frühe und häufige Nutzung einen stärkeren Einfluss auf

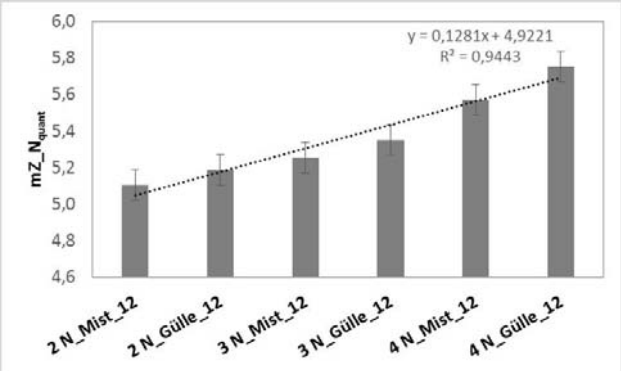


Abbildung 4: **Entwicklung der mittleren N-Zeigerwerte (LS-MEANS und SEM, *ProcMixed, n=10, α=0,05*) in Abhängigkeit der Behandlung, punktiert: lineare Trendlinie mit Regressionsfunktion und Bestimmtheitsmaß (R^2).**

den Pflanzenbestand hat als die Wirtschaftsdüngerart. Der Zusammenhang zwischen Stickstoffbilanz und N-Zahl ist stärker als bei Phosphor (*R = 0,44*) und Kalium (*R = 0,4)*.

Schlussfolgerung

Im Grünland-Intensivierungsversuch Möderbrugg konnten bereits nach 3 Jahren signifikante Änderungen der wichtigen Bodenparameter Humus (TOC), C_{org}/N_t-Verhältnis, Phosphor (CAL) und Kaliumgehalt (CAL) aufgrund der Wirtschaftsdüngerart nachgewiesen werden. Nur der Boden-pH-Wert (CaCl2) blieb nach 3 Jahren Gülledüngung im Vergleich zu Mistdüngung konstant.

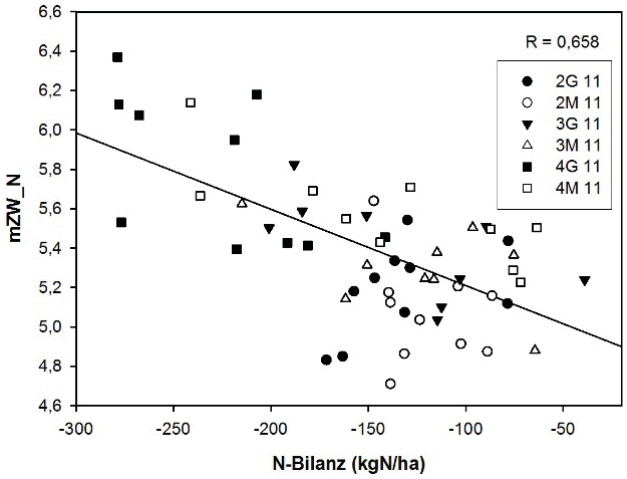


Abbildung 5: **Zusammenhang zwischen mittlerer N-Zahl und N-Bilanz zu Versuchsende 2011. (R=Regressionskoeffizient, n=60).**

Die Mistdüngung führt dabei zu höheren Humusgehalten, mehr Phosphor und Kalium im Boden sowie einem weiteren C/N-Verhältnis. Umgekehrt führt die Gülledüngung zu einer rascheren Nährstoffumsetzung im Boden und zu höheren Erträgen. Dies macht sich auch im Pflanzenbestand bemerkbar, jene Arten die nährstoffreichere Standorte bevorzugen, erreichen bei Gülledüngung und häufigerem Schnitt höhere Deckungswerte. Der Pflanzenbestand sowie das C/N-Verhältnis reagieren im Gegensatz zu den Bodenkennwerten stärker auf die Erhöhung der Schnittanzahl und Vorverlegung der ersten Mahd. Durch die hohen Bruttoerträge kommt es bei Phosphor zu leichten, bei Stickstoff und Kalium zu hohen Entzügen, welche mit zunehmender Intensität ansteigen. Die Entzüge werden zwar durch eine generelle Abnahme an Phosphor- und Kaliumgehalt im Boden zu Versuchsende sichtbar, die Schnittanzahl hat hingegen hier noch keinen Einfluss. Die Erträge steigen sogar innerhalb von 3 Jahren in allen Varianten an, während sich der Pflanzenbestand bereits an die intensivere Bewirtschaftung anpasst, durch Zunahme der Nährstoffzeigerarten.

Durch die Beurteilung des Pflanzenbestandes können Bewirtschaftungsänderungen, vor allem hinsichtlich Gülledüngung und Vorverlegung des ersten Schnittes bald festgestellt werden. Die Bodenparameter Phosphor, Kalium und Humusgehalt geben zudem einen guten Überblick über die Ertragsleistung des Bestandes und Nährstoffnachlieferungsvermögen aus dem Boden. Beide Merkmale, sowohl Pflanzenbestand als auch Bodenparameter, verändern sich rascher als die Ertragsdaten. Sie sollten also in der Praxis im Auge behalten werden, denn starke Nährstoffentzüge können über eine längere Zeitspanne (mind. 3 Jahre) aus dem Bodenvorrat ausgeglichen werden.

Literatur

Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R., Rohrer H. & G. Karrer (2011): Vegetation change of mountainous hay meadows to intensified management regime in organic farming. Grassland Science in Europe 16: 353-355.

Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R., Rohrer, H. & G. Karrer (2013a): Wirkung verschiedener Nutzungsintensitäten auf montane Goldhaferwiesen im Biolandbau. In: D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm & U. Köpke (Hrsg.) (2013): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013: 172-175.

Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R., Rohrer, H. & G. Karrer (2013b): Nutzungsgrenzen montaner Heuwiesen – Ergebnisse eines 3-jährigen on-farm-Feldversuches im obersteirischen Pölstal. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 07.November 2013: 69-74.

Blume, H-P., Brümmer, G.W., Schwertmann, U. et al. (2010): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde (16. A.). Spektrum Verl. Heidelberg 569pp.

Bohner, A. & M. Sobotik (2000): Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. In: PALME, H. (Eds.): MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Austrian Academy of Sciences, Proceedings 22-23.09.2000, p. 15-50, Vienna.

Bohner, A. (2005): Soil chemical properties as indicators of plant species richness in plant communities. Grassland Science in Europe 10: 48-51.

Bohner, A., Grims, F. & M. Sobotik (2007): Die Rotschwingel-Straußgraswiesen im Mittleren Steirischen Ennstal – Ökologie, Soziologie und Naturschutz. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 136: 113-134.

Bohner, A., Angeringer, W. & M. Sobotik (2011): Ist die Gülleflora heute noch ein Problem? In: Elsäßer, M., Diepolder, M., Huguenin-Elie, O., Pötsch, E., Nußbaum, H. & J. Messner: Gülle 11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. Tagungsband S. 218-221.

Buchgraber, K. & G. Gindl (2004): Zeitgemässe Grünlandbewirtschaftung (2. A.). Leopold Stocker Verlag Graz 192pp.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6.A.), Wien 79pp.

Capriel, P. & D. Seifert (2009): 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007. Schriftenr. d. Bayr. Landesanst. f. LW. 10/2009, 48pp.

Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. UTB Stuttgart, 683pp.

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (5A). Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart 1096pp.

Gisi, U. & Oertli, J.J. (1981): Oekologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. I. Physikalisch-chemische Veränderungen im Boden. Acta Oecologica/Oecol. Plant. 2 (16): 7-21, Gaulthier-Villars. S. 11-15.

Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F. & Oomes, M.J.M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. Plant and Soil 202: 69-70.

Kahnt, G. (2008): Leguminosen im konventionellen und ökologischen Landbau. DLG-Verlag Frankfurt, 151pp.

Klapp, E. (1954): Wiesen und Weiden (2.A.). Verlag Paul Parey Berlin 519pp.

Kutschera, L. & M. Sobotik (1985): Gülleflora – Unterschiede durch Klima und Boden. Nutzanwendung der Pflanzensoziologie in der Praxis. Bericht über die 7. Arbeitstagung "Fragen der Güllerei", BAL Gumpenstein, S. 79-119.

Neudorfer, E. & K. Buchgraber (2003): Langzeitwirkung und Beurteilung der Düngung von Dauergrünland in den Nördlichen Voralpen. Veröff. d. BAL Gumpenstein 38, Irdning, 121pp.

Prettenthaler, F., Podesser A. & H. Pilger (Eds.) (2010): Klimaatlas Steiermark, Periode 1971-2000. Eine anwenderorientierte Klimatographie. Studien zum Klimawandel in Ö. Bd. 4. Ö. Akad. d. Wiss. Wien, 346pp.

Silvertown, J., Poulton, P., Johnston, E., Edwards, G., Heard, M. & P.M. Biss (2006): The Park Grass Experiment 1856-2006: its contribution to ecology. Journal of Ecology 94: 801-814.

Thomet, P., Elmer, R & F. Zweifel (1989): Einfluss der Stickstoffdüngung und des Schnittregimes auf Pflanzenbestand und Ertrag von Naturwiesen höherer Lagen. Landwirtschaft Schweiz, Bd. 2: 67-75.

Ulrich, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. Z. Pflanzenernaehr. Bodenkultur 144: 289-305.

Voigtländer, G. & H. Jacob (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Stuttgart 480pp.

www.bodenkarte.at, 10.08.2014: Digitale Bodenkarte von Österreich (eBod). Hrsg.: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW).

www.gis.steiermark.at, 10.08.2014: Digitaler Atlas Steiermark – Geologie & Geotechnik. Hrsg.: Amt der steiermärkischen Landesregierung, A7 – Geoinformation.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 101 – 104
ISBN: 978-3-902849-12-0

Auswirkungen unterschiedlicher Aufwuchshöhen im Koppelsystem Ertrag und Graszuwachs

Walter Starz[1*], Andreas Steinwidder[1], Rupert Pfister[1] und Hannes Rohrer[1]

Zusammenfassung

Bei der Koppelweidehaltung ist die angestrebte Aufwuchshöhe am ersten Auftriebstag eine entscheidende Größe für die Anzahl der benötigten Koppeln. Welchen Einfluss unterschiedliche Zielaufwuchshöhen auf den Jahresertrag und den Graszuwachs haben wurde auf einer Dauerweidefläche am Versuchsbetreib des Instituts für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere an der HBLFA für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein im Vegetationsjahr 2013 untersucht.

Dabei wurden 3 unterschiedliche Höhen (niedrig= 8, mittel=10, hoch= 12 cm) miteinander verglichen und die Erträge mittels Weidekörben gemessen. Dabei erzielte die niedrige Wuchshöhe (10.343 kg TM/ha) einen signifikant geringeren Jahresertrag gegenüber den mittleren (12.119 kg TM/ha) und hohen (12.581 kg TM/ha) Aufwüchsen. Die Wuchshöhe hoch erreichte im Mai mit knapp 120 kg TM/ha und Tag den höchsten je an diesem Standort gemessenen Graszuwachs. Im Sommer pendelten sich die Graszuwächse aller Varianten bei 60 kg TM/ha und Tag ein.

Schlagwörter: Futterdichte, Koppelweide, Blattflächenindex, Biologische Landwirtschaft, Grünland

Summary

Targeted sward height at the first day in a paddock is crucial for the numbers of paddocks in rotational grazing. Influence of different targeted sward heights on DM yield and grass growth rate were investigated on an intensive grazed area at the research form of the Organic Institute of AREC Raumberg-Gumpenstein in vegetation period 2013.

Tree different sward heights (8, 10, 12 cm) were compared and measured using grazing cages. The low height reached significantly less yields (10,343 kg DM ha^{-1}) as middle (12,119 kg DM ha^{-1}) and high (12,581 kg DM ha^{-1}) sward growth. Variant high reached nearly 120 kg DM ha^{-1} day^{-1} in May and showed highest ever measured grass growth rate at this location. During summer, the grass growth rate was about 60 kg DM ha^{-1} day^{-1} in all three variants.

Keywords: sward density, rotational grazing, leaf area index, organic farming, grassland

Einleitung und Problemstellung

In der Biologischen Milchviehhaltung sind die Kurzrasen- und Koppelweide zwei bedeutende Systeme für eine weidebasierte Fütterung. Beide Systeme sind effiziente und arbeitssparende Weideformen und eignen sich ideal für Standorte mit ausreichend Niederschlägen. 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). Ein zentrales Steuerungselement bei der Koppel ist die angestrebte Aufwuchshöhe beim Auftrieb. Welchen Einfluss die Aufwuchshöhe auf den Jahresertrag und die Zuwachsleistung auf Dauerweiden im Ostalpenraum hat, sollte im Rahmen dieser einjährigen Untersuchung erhoben werden.

Material und Methoden

Im Vegetationsjahr 2013 (von 09.04. bis 19.11.) wurde auf zwei langjährigen Dauerweiden am Versuchsbetreib des Instituts für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere an der HBLFA für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Breite: 47° 30‘ 59‘‘ N, Länge: 14° 4‘ 20‘‘ E, 670 m Seehöhe, 7 °C ø Temperatur, 1014 mm ø Jahresniederschlag) dieser Versuch durchgeführt. Die Flächen wiesen einen für den Standort optimalen Weidebestand auf. Dieser wurde von Englisch Raygras, Wiesenrispengras und Weißklee dominiert, daneben wies er auch noch geringere Anteile von Kammgras, Wiesenschwingel und Wiesenlischgras auf.

Für die Ertragsfeststellung wurden auf den Flächen 12 Weidekörbe mit einer Grundfläche von jeweils 1 m² platziert. Untersucht wurden drei unterschiedliche Aufwuchshöhen niedrig, mittel und hoch (gemessen mit dem Rising Plate Meter= RPM), die die Versuchsvarianten darstellten. Auf den beiden Flächen wurde jede Variante 4-mal wiederholt, wodurch sich 12 Parzellen je Weidefläche ergaben. Der Versuch wurde als randomisierte Anlage durchgeführt. Sobald die Zielaufwuchshöhe erreicht wurde, erfolgte die Beerntung und nach dem Schnitt wurden die Körbe auf der Fläche weiter gestellt. Somit wanderte die Versuchsanlage von West nach Ost. Bevor die Körbe auf die neue Fläche ge-

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

stellt wurden, wurde dies 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. Vor der Ernte des Futters in den Weidekörben wurde der Blattflächenindex (LAI) in den Parzellen mit dem Gerät AccuPAR LP-80 an der Bodenoberfläche gemessen. Im Anschluss 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 von jeder Parzelle wurde 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 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.

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixer Effekt: Aufwuchshöhe und Fläche sowie die Wechselwirkung; die Lage der Parzellen in den Spalten und Zeilen der Anlage 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 (s_e) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Im Jahr 2013 wurden auf dem Standort eine Niederschlagssumme von 1.035 mm sowie eine Durchschnittstemperatur von 8,5 °C gemessen, wobei im Vegetationszeitraum von April bis Oktober 722 mm Niederschlag fielen und die mittlere Temperatur bei 14,1 °C lag. Die Niederschläge bewegten sich im langjährigen Mittel, jedoch war das Jahr im Durchschnitt um 1,5 °C wärmer.

Die tatsächlich mit dem RPM gemessenen Wuchshöhen waren bei der Zielhöhe niedrig 8,4 cm, mittel 10,2 cm und hoch 12,4 cm.

Bei den Graszuwächsen konnten die größten Unterschiede zwischen den Aufwüchsen im Mai (Abb. 1) festgestellt werden. Hier erreichte die Variante mit der Zielaufwuchshöhe hoch mit knapp 120 kg TM/ha und Tag kurzfristig die

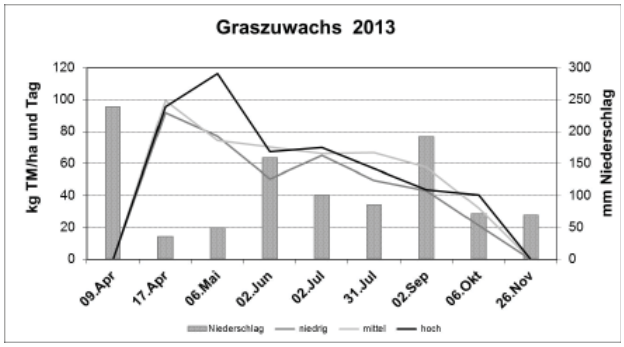


Abbildung 1: **Graszuwachskurven der drei unterschiedlichen Aufwuchshöhen sowie die Niederschlagssummen von einem Datum zum nächsten (Die Niederschlagssumme vom 9. April entspricht der Niederschlagssumme ab 1. Jänner)**

höchsten je auf diesem Standort gemessenen Zuwachsleistungen. Generell können die Zuwächse als hoch eingestuft werden und sind mit Zuwächsen im Schweizer Westalpenraum vergleichbar werden (SCHORI 2009).

Wie in Abb. 1 ersichtlich, verzeichneten die Monate April und Mai die geringsten Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode. 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. 2013) festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass aufgrund des höheren Pflanzenbestandes in Variante hoch günstigere kleinklimatische Bedingungen herrschten, wodurch der Wasserverlust über die Verdunstung geringer ausfällt. Die niedrigeren Pflanzendecken dürften das über die Evapotranspiration frei werdende Wasser demgegenüber weniger gut zurück halten.

Bei Betrachtung der Mengen- und Qualitätserträge (Tab. 1) schnitten die beiden Aufwuchshöhen mit mittel und hoch signifikant besser als die niedrige Variante ab. Die 12.581 kg TM/ha bei der Variante hoch stellen für eine Dauerweide im Ostalpenraum und 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 Frühlings aufholen, was demgegenüber bei der mittleren Variante festgestellt wurde. Dasselbe Bild konnte beim Energieertrag beobachtet werden (Tab. 1). Auch hier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Variante niedrig sowie der mittleren und hohen Erntevarianten festgestellt werden.

Konnten beim Mengen- und Energieertrag noch ein signi-

Tabelle 1: **Mengen- und Qualitätserträge im Untersuchungsjahr 2013 sowie Aufwuchshöhe und Futterdichte der drei Varianten**

		Futterhöhe							
Parameter	**Einheit**	**niedrig**	**SEM**	**mittel**	**SEM**	**hoch**	**SEM**	***p*-Wert**	**s_e**
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
LAI	m²/m²	2,6 [c]	0,1	3,3 [b]	0,1	4,1 [a]	0,1	<0,0001	0,3

fikanter Unterschied festgestellt werden, so war beim Rohproteinertrag kein Gruppenunterschied feststellbar (Tab. 1). Alle drei Varianten erreichten einen Rohproteinertrag 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 Rohproteinertragsniveau ist der hohe Anteil an Weißklee im Bestand. Auf biologisch bewirtschafteten Dauerweiden kann sich Weißklee gut ausbreiten (STARZ et al. 2011), da eine mineralische N-Ergänzungsdüngung nicht möglich ist und so das Gras keine extrem dichte Narbe ausbilden kann. Die tatsächlichen Erntehöhen in Tab. 1 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.
Die durchschnittlichen LAI Werte stiegen signifikant von der Aufwuchshöhe niedrig mit 2,6 zur Aufwuchshöhe hoch mit 4,1 an (Tab. 1).

Schlussfolgerungen

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 vorangegangen Versuch (STARZ et al. 2013) 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 Bedungen der Biologischen Landwirtschaft. Hier gilt es die Ressourceneffizenz zu steigern und mit den betriebseigenen Ressourcen einen optimalen Flächenertrag zu erzielen.
Somit lässt sich aus dieser Untersuchung schlussfolgern, dass für eine effiziente Nutzung der Koppelweide eine Zielaufwuchshöhe von um die 10 cm (gemessen mit dem RPM) angestrebt werden sollte. Im Vergleich zur Kurzrasenweide muss bei Koppelweide jedoch angemerkt werden, dass dieses System eine optimierte Planung voraussetzt. Nur damit können höhere Erträge im Vergleich zum Kurzrasenweidesystem auch ausgeschöpft werden und kann viel Milch je ha Weide erreicht werden.

Literatur

GfE (1998). Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 7: 141-150.

SCHORI, F. (2009). Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. Agrarforschung 16(11-12): 436-441.

STARZ, W., J. KREUZER, A. STEINWIDDER, R. PFISTER und H. ROHRER (2013). Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. D. Neuhoff, Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U. & Köpke, U. (Hrsg.) 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn: 176-179.

STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER und H. ROHRER (2011). Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. G. Leithold, K. Becker, C. Brock et al., 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen: 93-96.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 105 – 108
ISBN: 978-3-902849-12-0

Inhaltsstoffe des Futters auf Dauerweiden im inneralpinen Klimaraum

Walter Starz[1*], Andreas Steinwidder[1], Rupert Pfister[1] und Hannes Rohrer[1]

Zusammenfassung

Weiden im alpinen Raum Mitteleuropas weisen mehrere Grasarten auf. In klimatisch günstigeren Regionen werden intensiv genutzte Weiden hauptsächlich von Englischem Raygras (*Lolium perenne*) dominiert. Daher war die Fragestellung in diesem sechsjährigen Versuch (2007-2012), die Futterqualität solcher Bestände zu überprüfen, was mittels Weidekörben und sieben Beerntungen pro Jahr vorgenommen wurde.

Die Energie- und Nährstoffdichten erreichten im Weidefutter hohe Gehalte und konnten mit den Raygras dominierten Weiden der Gunstalgen mithalten. So stiegen beispielswiese die Rohproteingehalte von 19 % im Sommer auf 23 % je kg TM im Herbst an. Die Energiedichte startet in Frühling mit Werten um 7 MJ NEL/kg TM und pendelte sich bis zum Herbst auf 6,2-6,5 MJ NEL/kg TM ein.

Die inneralpinen, intensiv genutzten Dauerweiden im Ostalpenraum konnten in der Futterqualität mit den Weiden der Gunststandorte mithalten. Der große Unterschied liegt in der Länge der Vegetationsperiode.

Schlagwörter: Kurzrasenweide, Wiesenrispengras, Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Biologische Landwirtschaft, Grünland

Summary

In central European Alps grazed areas are covered by different grass species. Intensive managed grazed areas are normally dominated by *Lolium perenne* in more favourable climate regions. The research question of this six year (2007-2012) trial was to verify forage quality of grass species rich grazed swards. The sward was harvested seven times per year using grazing cages.

Energy and nutrient contents reached high levels in grazed grass and showed similar contents as *Lolium perenne* dominated swards in more favourable climate regions. For example crude protein contents increased from 19 % in summer to 23 % kg^{-1} DM in autumn. The energy content starts in spring at 7 MJ NEL kg^{-1} DM and decreased until autumn to 6.2-6.5 MJ NEL kg^{-1} DM.

Intensively managed grazed swards in Eastern Alps keep up in forage quality with grazed areas in more favourable climate regions. The main difference is in the length of the growing season.

Keywords: continuous grazing, *Poa pratensis*, crude nutrients, mineral nutrients, organic farming, grassland

Einleitung und Problemstellung

Eine intensive Weidehaltung von Milchkühen im Alpenraum bzw. im Alpenvorland wird für Biobetriebe aus ökonomischer Sicht immer interessanter. Der Erfolg eines guten Weidesystems wird neben dem Tier- und Betriebsmanagement sehr stark durch den Pflanzenbestand bestimmt. Auf die Ertragsleistung eines Pflanzenbestandes haben aber nicht nur die Artenzusammensetzung einen Einfluss sondern im großen Maße auch die Klimafaktoren.

Die Weidehaltung ist nicht nur die natürlichste Form der Nutztierfütterung sondern entspricht auch den Idealen der Biologischen Landwirtschaft. Die produktiven Grünlandflächen in Gunstlagen bieten die Möglichkeit intensive Weidesysteme wie die Kurzrasenweide umzusetzen und damit während der gesamten Weidesaison konstant hohe Grünfuttermengen und Weidefutterqualitäten zu liefern. Abgesehen von der Tiergerechtheit der Weidehaltung stellt sich für Betriebe in ostalpinen Regionen dennoch die Frage, mit welcher Qualität im Weidefutter gerechnet werden kann. Bisherige Ergebnisse aus den klimatisch begünstigteren schweizerischen Westalpen zeigten auf Kurzrasenweide hohe Inhaltstoffkonzentrationen (THOMET und HADORN 1996, KESSLER et al. 1999).

Mit diesem hier beschriebenen sechsjährigen Versuch, unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft, sollte der Frage nachgegangen werden wie sich die Raygras ärmeren Bestände im Ostalpenraum hinsichtlich Futterqualitätsparameter bei simulierter Kurzrasenweide verhalten.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf einer Weidefläche des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Breite: 47° 30‘ 59“ N, Länge: 14° 4‘ 20“ E, 670 m Seehöhe, 7 °C ø Temperatur, 1014 mm ø Jahresniederschlag) durchgeführt. Hinsichtlich des Bodens handelte es sich um eine Felsbraunerde von mittlerer Gründigkeit. Der pH-Wert lag bei 5,9, der Humusgehalt bei 8,5 % und der Gehalt an Ton bei 18 %.

Während des Versuchszeitraumes von 2007-2012 wurde auf der Weidefläche eine einfaktorielle, randomisierte Blockanlage mit 4 Varianten und 4 Wiederholungen angelegt (STARZ et al. 2014). Für die vorliegende Auswertung wurden nur jene Varianten und Parzellen herangezogen,

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

wo eine Kurzrasenweide simuliert wurde.

Die Artenbonitur, auf den als Kurzrasenweide genutzten Parzellen wurde im Frühling 2013 durchgeführt. Die Bonituren erfolgten als Flächenprozentschätzung auf Grundlage der wahren Deckung (SCHECHTNER 1958). Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird.

Bei den als Kurzrasenweide geführten Varianten erfolgten 7 Beerntungen pro Jahr (im Mittel vom 01. Mai = Termin 1 bis 22. Oktober = Termin 7). Für die Probensammlung wurden pro Parzelle zwei Weidekörbe von je 1 m² Grundfläche gewählt. Der Aufwuchs in den Weidekörben wurde bei einer Zielhöhe zwischen 7-9 cm (gemessen mit dem Rising Plater Meter) mittels Motormäher abgemäht (Schnitthöhe 3-4 cm). Danach wurden die Weidekörbe auf einem anderen Bereich der Parzelle wieder aufgestellt. Zuvor wurde die Fläche noch mit dem Motormäher gleichmäßig abgemäht, damit der Futterzuwachs ab diesem Zeitpunkt gemessen werden konnte. Das gesamte Erntegut beider Weidekörbe wurde direkt am Feld gewogen und so der Frischmasseertrag bestimmt. Vom Erntegut wurde eine repräsentative Stichprobe für die weiteren Analysen entnommen und umgehend weiterverarbeitet. Vor der weiteren Verarbeitung wurden die Proben mit Hilfe eines Probenhäckslers zerkleinert. Vom Häckselgut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Dazu wurde die Frischmasse bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Der restliche Teil der Frischprobe kam zur schonenden Trocknung (50 °C) in das hauseigene chemische Labor. Hier wurden eine Weender Analyse sowie die Untersuchung der Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe von Regressionsformeln der Energiegehalt (GFE 1998) in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Residuen der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixer Effekt: Beprobungstermin, Jahr und die Wechselwirkung; die Lage der Parzellen in den Spalten, der Wiederholung und die Wechselwirkung der beiden 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 (s_e) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Nach Ende der Projektlaufzeit im Frühling 2013 wurde auf den als Kurzrasenweide genutzten Parzellen der Pflanzenbestand in Flächenprozent erhoben (Tab. 1).

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 STEINWIDDER 2007). Diese relativ geringe Düngermenge im Vergleich zu dem intensiven Nutzungssystem lässt auf die starke Präsenz von Weißklee schließen.

Tabelle 1: **Zusammensetzung des Weidebestandes nach 6 Jahren intensiver Kurzrasenbeweidung**

Artengruppen	Arten		Flächen-%
Gräser			**69**
	Ausläuferstraußgras	*Agrostis stolonifera*	8
	Kammgras	*Cynosurus cristatus*	5
	Wiesenschwingel	*Festuca pratnesis*	5
	Englisches Raygras	*Lolium perenne*	22
	Wiesenlischgras	*Phleum pratense*	2
	Wiesenrispengras	*Poa pratensis*	20
	Lägerrispengras	*Poa supina*	4
Leguminosen			**19**
	Weißklee	*Trifolium repens*	19
Kräuter			**12**
	Kr. Hahnenfuß	*Ranunculus repens*	4
	Wiesenlöwenzahn	*Taraxacum offizinale*	3

Kräuter spielten mit 12 Flächenprozent eine untergeordnete Rolle, wobei nur Kriechender Hahnenfuß und Wiesenlöwenzahn 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 Ostalpenraum Wiesenrispengras an Bedeutung 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 Ausläuferstraußgras und Lägerrispengras auf. Gerade Lägerrispengras gilt als wenig gewünschte Art, da sie bei Trockenheit ausfällt, wenig Ertrag liefert und beim Weiden von den Tieren ausgerissen und die Büschel wieder ausgespuckt werden. Interessant war die Beobachtung, dass sich Wiesenschwingel, Wiesenlischgras und Kammgras ausdauernd im Bestand halten konnten. Auf den übrigen Weideflächen konnte ebenfalls 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 ebenfalls wertvollen Weidegräser in die Samenreife und konnten sich als typische Gräser vom horstförmigen Wuchs auch im sehr intensiv genutzten Kurzrasenweidesystem etablieren.

In Tab. 2 sind die Verläufe der Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, Energie, Mineralstoffe und Spurenelemente zu den 7 Erntezeitpunkten in der Vegetationsperiode dargestellt. In der Rohproteinkonzentration (Tab. 2) zeigte sich ein Anstieg vom Sommer (19 %) bis zum Herbst hin (23 %). In diesem Stadium erreichte das Weidefutter XP-Konzentrationen, die dem Niveau der Körnererbse entsprochen. Mitverantwortlich dafür dürfte der hohe Anteil an Weißklee sowie das frühe Nutzungsstadium sein.

Die Energiedichte im Weidefutter startete im Frühling mit sehr hohen Konzentrationen von um 7 MJ NEL/kg TM (Tab. 2). Bei der zweiten Beerntung im Mai ging die Energiekonzentration im Sommer deutlich auf 6,5 zurück und lag im weiteren 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.

Tabelle 2: **Inhaltstoffe im Vegetationsverlauf (01.05.-22.10.) im Schnitt der sechsjährigen Versuchsdauer (2007-2012) bei simulierter Kurzrasenweide**

Parameter	Einheit	Termine 1		2		3		4		5		6		7		p-Wert	s_e
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM		
Erntehöhe	cm	8,4 ^{abc}	0,4	8,0 ^{bc}	0,4	7,7 ^{bc}	0,4	8,5 ^{ab}	0,4	9,2 ^{a}	0,4	7,3 ^{c}	0,4	5,3 ^{d}	0,4	< 0,0001	0,8
TM	g/kg FM	173 ^{bc}	2,5	195 ^{a}	2,5	182 ^{b}	2,0	174 ^{c}	2,0	168 ^{c}	2,0	172 ^{c}	2,0	171 ^{c}	2,0	< 0,0001	12,9
XA	g/kg TM	88 ^{e}	0,8	92 ^{d}	0,8	101 ^{ab}	0,6	99 ^{bc}	0,6	100 ^{abc}	0,6	98 ^{c}	0,6	102 ^{a}	0,6	< 0,0001	4,5
XP	g/kg TM	199 ^{d}	2,6	186 ^{e}	2,6	222 ^{b}	2,0	211 ^{c}	2,0	224 ^{ab}	2,0	231 ^{a}	2,0	229 ^{ab}	2,0	< 0,0001	14,0
XL	g/kg TM	31 ^{a}	0,3	26 ^{d}	0,3	29 ^{c}	0,2	30 ^{b}	0,2	29 ^{bc}	0,2	29 ^{bc}	0,2	29 ^{c}	0,2	< 0,0001	1,6
XF	g/kg TM	194 ^{d}	2,3	239 ^{a}	2,3	223 ^{b}	1,8	221 ^{bc}	1,8	215 ^{c}	1,8	199 ^{d}	1,8	178 ^{e}	1,8	< 0,0001	12,5
NDF	g/kg TM	382 ^{e}	4,4	449 ^{a}	4,4	430 ^{b}	3,4	429 ^{b}	3,4	411 ^{c}	3,4	398 ^{d}	3,4	365 ^{f}	3,4	< 0,0001	22,6
ADF	g/kg TM	230 ^{c}	2,4	280 ^{a}	2,4	264 ^{b}	1,9	274 ^{a}	1,9	257 ^{b}	1,9	236 ^{c}	1,9	216 ^{d}	1,9	< 0,0001	13,5
ADL	g/kg TM	26 ^{c}	0,6	34 ^{a}	0,6	33 ^{a}	0,5	33 ^{a}	0,5	33 ^{a}	0,5	31 ^{b}	0,5	27 ^{c}	0,5	< 0,0001	2,9
XX	g/kg TM	518 ^{a}	2,7	489 ^{c}	2,7	459 ^{e}	2,2	472 ^{d}	2,2	460 ^{e}	2,2	461 ^{e}	2,2	502 ^{b}	2,2	< 0,0001	14,1
NFC	g/kg TM	299 ^{a}	4,2	247 ^{c}	4,2	218 ^{e}	3,3	231 ^{d}	3,3	236 ^{cd}	3,3	243 ^{c}	3,3	275 ^{b}	3,3	< 0,0001	20,9
NEL	MJ/kg TM	7,00 ^{a}	0,02	6,48 ^{b}	0,02	6,21 ^{c}	0,02	6,22 ^{c}	0,02	6,25 ^{c}	0,02	6,41 ^{b}	0,02	6,41 ^{b}	0,02	< 0,0001	0,1
P	g/kg TM	4,4 ^{c}	0,1	4,5 ^{c}	0,1	5,4 ^{a}	0,1	5,4 ^{a}	0,1	5,6 ^{a}	0,1	5,6 ^{a}	0,1	5,1 ^{b}	0,1	< 0,0001	0,4
K	g/kg TM	23,3 ^{a}	0,6	22,4 ^{ab}	0,6	23,9 ^{a}	0,5	23,1 ^{a}	0,5	23,7 ^{a}	0,5	23,4 ^{a}	0,5	21,2 ^{b}	0,5	< 0,0001	2,4
Ca	g/kg TM	8,4 ^{e}	0,2	9,2 ^{cd}	0,2	10,7 ^{a}	0,2	9,8 ^{bc}	0,2	10,0 ^{b}	0,2	9,2 ^{d}	0,2	10,0 ^{b}	0,2	< 0,0001	1,0
Mg	g/kg TM	2,9 ^{c}	0,1	3,1 ^{c}	0,1	3,8 ^{ab}	0,1	3,6 ^{b}	0,1	3,6 ^{b}	0,1	3,8 ^{a}	0,1	3,8 ^{a}	0,1	< 0,0001	0,3
Na	mg/kg TM	420 ^{cd}	35,6	360 ^{cd}	35,6	346 ^{d}	30,9	430 ^{c}	30,9	535 ^{b}	30,9	690 ^{a}	30,9	683 ^{a}	30,9	< 0,0001	143,3
Cu	mg/kg TM	12 ^{d}	0,2	11 ^{d}	0,2	13 ^{c}	0,2	13 ^{b}	0,2	15 ^{a}	0,2	15 ^{a}	0,2	13 ^{b}	0,2	< 0,0001	1,0
Mn	mg/kg TM	55 ^{e}	5,0	66 ^{de}	5,0	78 ^{cd}	4,2	84 ^{bc}	4,2	96 ^{ab}	4,2	99 ^{a}	4,2	99 ^{a}	4,2	< 0,0001	22,7
Zn	mg/kg TM	55 ^{d}	3,8	52 ^{d}	3,8	92 ^{bc}	3,1	91 ^{bc}	3,1	86 ^{c}	3,1	109 ^{a}	3,1	99 ^{ab}	3,1	< 0,0001	18,3

Sowohl Energie- als auch Eiweißkonzentrationen bewegten sich auf einem Niveau, das in einem vorangegangen Versuch am selben Standort erhoben wurde (STARZ et al. 2011).

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. 1999).

Die hohen Gehalte an Kalzium können neben dem Nutzungszeitpunkt auch auf die hohen Bestandesanteile an Weißklee zurückgeführt werden. Beachtlich sind auch die hohen Konzentrationen an Phosphor einzustufen. 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 wurde 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 Bodenuntersuchunsmethodik auf humusreichen und umsetzungsaktiven Grünlandböden den P-Versorgungsstatus der Pflanzen nicht bzw. nur bedingt abbilden können

Bei den Verläufen von Rohprotein und Energie ist ein Absacken der Konzentrationen im Sommer zu beobachten (Tab. 2). 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 (Tab. 2). Dabei handelt es sich um den Zeitpunkt wo die Grasarten eine verstärkte Halmbildung zeigen. 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 zeigten in dieser Vegetationsperiode trotz intensiver Beweidung eine deutliche Tendenz Fruchtstände hervorzubringen.

Die Rohfaserkonzentration stieg von 19 % auf 24 % zum zweiten Termin im Mai und blieb über den Sommer auf 22 % (Tab. 2). Erst im Spätsommer und Herbst sank sie bis auf 17 % ab. Ein ähnliches Bild zeigten auch die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL). Diese waren während der Sommermonate am höchsten und nur im Frühling und Herbst niedriger (Tab. 2). 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 Raygras Sorten verwendet werden – wurden im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen geringere Jahreszeitliche Schwankungen festgestellt (THOMET und HADORN 1996).

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.

Schlussfolgerungen

Die Kurzrasenweide ist aufgrund der geringeren Arbeitsbelastung, gegenüber anderen Weisesystemen, 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.

Mit dieser Untersuchung konnte grundsätzlich gezeigt werden, dass unter dem raueren 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.

Neben Englischem Raygras stellen Wiesenrispengras, Wiesenschwingel, Wiesenlischgras und Kammgras wichtige Arten intensiv genutzter Dauerweidebestände in alpinen Lagen. Damit können auch bei einer intensiven Nutzung eine relativ hohe Biodiversität und damit stabile Pflanzengesellschaften erreicht werden.

Literatur

GfE (1998). Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 7: 141-150.

KESSLER, J., R. VOGEL, P. THOMET UND M. HADORN (1999). Mineralstoffgehalt von Kurzrasenweiden. Agrarforschung 6(3): 88-91.

NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. N. R. Council. Washington, D.C., National Academy Press: 37.

SCHECHTNER, G. (1958). Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105(1): 33-43.

STARZ, W. UND A. STEINWIDDER (2007). Stickstoffflüsse auf der Weide bei Vollweidehaltung im alpinen Raum Österreichs. S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert et al., 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zwischen Tradition und Globalisierung , Universität Hohenheim, , Stuttgart: 17-20.

STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER UND H. ROHRER (2011). Forage feeding value of continuous grazed sward on organic permanent grassland. E. Pötsch, B. Krautzer and A. Hopkins, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions - Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Irdning: 356-358.

STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER UND H. ROHRER (2014). Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayrischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. K. Wiesinger, K. Cais and S. Obermaier, Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern - Öko-Landbau-Tag 2014, Triesdorf: 49-55.

THOMET, P. UND M. HADORN (1996). Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. Agrarforschung 3(10): 505-508.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 109 – 112
ISBN: 978-3-902849-12-0

Blattdüngung auf einer 3-Schnitt Dauerwiese mit einem karbonatischen Pflanzenstärkungsmittel auf Basis von CO_2 Freisetzung in den Spaltöffnungen

Walter Starz[1*], Hannes Rohrer[1] und Rupert Pfister[1]

Zusammenfassung

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Pürgg-Trautenfels durchgeführt.
Untersucht wurde wie sich der Pflanzenbestand sowie der Ertrag nach unterschiedlichen Düngungsniveaus und dem Einsatz des Pflanzenstärkungsmittel Agrosol verändert:
Wenig bis keine Veränderungen konnten im Pflanzenbestand festgestellt werden. Lediglich bei der Gemeinen Rispe war ein vermindertes Auftreten nach der Versuchszeit in allen Varianten feststellbar. Die LAI Messungen zeigten in jeder der 3 gemessenen Höhen (0, 10 und 20 cm), keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Zwischen den 4 Varianten (Düngung mit 80 und 120 kg N aus Gülle sowie mit und ohne Agrosol Anwendung) gab es auch keinen signifikanten Unterschied im Ertrag (NEL-, XP-, und TM-Ertrag). Die Anwendung von Agrosol wirkte sich in diesem Versuch nicht auf die Erträge und die Inhaltsstoffe aus.

Schlagwörter: Blattdünger, Gülle, Ertrag, Biologische Landwirtschaft, Blattflächen-Index

Summary

The trial was carried out at the organic research and education farm of the Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein. One part of the investigation was to asses changings in plant composition of four different variants (80 and 120 kg ha^{-1} nitrogen via slurry as well as application or no application of Agrosol, a carbonate plant restorative to increase CO_2 concentration inside stomata). During the experimental period (2009-2011) following results were found. No changings could be detected in botanical composition. Only a percentage decreasing of Poa trivialis was assessed over all variants. Highest LAI values were measured in variants with 120 kg nitrogen fertilization. This may causes from a higher value of photosynthetic active leaf areas. No significant differences were measured in case of dry matter, crude protein and energy yield. An effect of Agrosol on yields and contents could not detect in this trial.

Keywords: leaf fertiliser, slurry, yield, organic farming, leaf area index

Einleitung und Zielsetzung

CO_2 stellt nicht nur ein klimarelevantes Gas in der Atmosphäre dar, sondern nimmt eine entscheidende Rolle im Atmungsprozess der grünen Pflanzen ein. Damit der dafür notwendige Gasaustausch optimal funktioniert müssen die Spaltöffnungen so weit wie möglich geöffnet sein. Dabei tritt jedoch auch Wasserdampf aus, was unter trockenen Bedingungen zum Schließen der Spaltöffnungen führt und so die Atmung reduziert. Damit geht ein geringeres Wachstum einher. Wäre die CO_2 Konzentration in der umgebenden Luft höher, könnten auch bei geringen Spaltöffnungsdurchmessern noch gute Gasaustausche erfolgen bei gleichzeitig vermindertem Wasserverlust. Ein Versuch die CO_2 Konzentration zu erhöhen, ohne Verbrennung fossiler Energieträger, wurde in dieser Untersuchung mit einem Mineralischen Mittel aus Calciumcarbonat ($CaCO_3$) vorgenommen. Dazu wurde das Mittel Agrosol der Firma AGROsolution, welches für die Biologische Landwirtschaft zugelassen ist, verwendet.
Bisher wurde dieses Mittel fast ausschließlich auf Acker-, Wein- oder Obstkulturen angewendet (Bodner, 2010; Fuchs et al., 2011), wo positive Effekte beobachtet wurden. Bei diesen Untersuchungen wurde der Aspekt Trockenheit mit berücksichtigt. In wieweit eine Wirkung in niederschlagsreichen Dauergrünlandgebieten des Alpenraumes vorhanden ist, sollte mit dieser Untersuchung abgeklärt werden.

Laut Hersteller soll das in Wasser angerührte Pulver und über Düsen einer Feldspritze ausgebrachte Mittel durch die Spaltöffnungen der Pflanze eindringen und dort das am Mineral gebundene CO_2 freisetzen (Gut, 2012). Durch diese Konzentrationserhöhung soll es zu einem verbesserten Gasaustausch sowie einer günstigeren Photosyntheserate kommen.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde versucht folgende Forschungsfragen zu beantworten:

1. Unterscheiden sich die Pflanzenbestände zwischen den Varianten nach der Projektlaufzeit?

2. Kommt es zu einer Steigerung der Mengen- und Qualitätserträge bei den behandelten Varianten?

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Insititut für biologische Landwirtschaft und Biodiverstität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: DI Walter Starz, walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

Material und Methoden

Versuchsdesign und Standort

2008 wurde eine schnittgenutzte Dauergrünlandfläche am Bio Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Breite: 47° 30‘ 52,48“ N, Länge: 14° 03‘ 50,35“ E, 740 m Seehöhe, 7 °C ø Temperatur, 1014 mm ø Jahresniederschlag) ausgewählt auf der dieser Versuch als zweifaktorielle Blockanalge angelegt wurde. Wobei die Versuchsvarianten dreifach wiederholt wurden. Die Variantenbezeichnungen beschreiben die Anwendung bzw. die nicht Anwendung von Agrosol sowie die jährliche Stickstoffversorgung des Bestandes mit Gülle je ha (siehe Tabelle 1).

Ausbringung Agrosol und Gülledüngung

Die Ausbringung des Agrosol erfolgte mit einer handelsüblichen Rückenspritze. In diesem Versuch wurden für jede Parzelle 6,75 g Agrosol mit 2 Liter Wasser gemischt und ausgebracht. Die ausgebrachte Menge an Agrosol entsprach 3 kg/ha je Termin, dass laut Hersteller mit 200-400 l Wasser je ha gemischt werden soll. Damit in dieser Untersuchung eine Wasserbegünstigung der Parzellen mit Agrosol-Anwendung auszuschließen war wurde vor der Agrosolausbringung die übrigen nicht behandelten Parzellen mit derselben Menge reinem Leitungswasser über die Rückenspritze behandelt. Die Ausbringung von Agrosol erfolge erstmalig im Frühling (Anfang bis Mitte Mai) sowie etwa zwei Wochen nach dem ersten und nach dem zweiten Schnitt. Dieses Verfahren wurde in allen drei Versuchsjahren angewendet.

Jede Parzelle wurde zu vier Terminen im Frühling und nach jedem Schnitttermin mit Gülle gedüngt. Die pro Termin ausgebrachten Stickstoffmengen je Düngervariante sind in Tabelle 2 angeführt.

Pflanzenbestand und LAI

Die Artenbonitur auf den Parzellen wurde im Frühling am 28. Mai 2009 und am 29. Mai 2012 vorgenommen.
Vor jedem Schnitttermin wurden standardmäßig die %-Anteile an Lücken und den Artengruppen (Gräser, Leguminosen und Kräuter) bestimmt. Die Bonituren erfolgten als Flächenprozentschätzung auf Grundlage der wahren Deckung (Schechtner, 1958). Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird.

Tabelle 1: **Beschreibung der Variantenbezeichnungen**

Variante	Beschreibung
Norm 120	Gülledüngung 120 kg N/ha
Agro 120	Gülledüngung 120 kg N/ha+ Agrosol
Norm 80	Gülledüngung 80 kg N/ha
Agro 80	Gülledüngung 80 kg N/ha+ Agrosol

Tabelle 2: **Düngungszeitpunkte und Düngermengen**

Zeitpunkt der Düngung	Variante 120 kg N/ha	Variante 80 kg N/ha
Frühjahr	30 kg N/ha	20 kg N/ha
Nach dem 1. Schnitt	35 kg N/ha	30 kg N/ha
Nach dem 2. Schnitt	35 kg N/ha	20 kg N/ha
Nach dem 3. Schnitt	20 kg N/ha	10 kg N/ha

Der Blattflächenindex bzw. LAI (leaf area index) beschreibt eine Verhältniszahl zwischen der Einstrahlung der Sonne über dem Bestand und jener Einstrahlung auf den Sonden-Messpunkten. Beispielsweise bedeutet ein LAI von 1, dass 1 m^2 Bodenoberfläche genau von 1 m^2 Blattmasse bedeckt wird. Vor den Schnitten wurde die Messung des LAI mit dem Gerät AccuPAR LP-80 in drei Bestandeshöhen (0, 10 und 20 cm) vorgenommen.

Ertrag und Qualität

Zur Feststellung der Trockenmasse-Erträge wurde ein Mittelstreifen in jeder Parzelle geerntet. Der Schnittzeitpunkt war in allen vier Varianten gleich und die Ernte erfolgte mittels Motormäher (Schnittbreite 160 cm und Schnitthöhe 5 cm). Das gesamte Erntegut des abgemähten Streifens wurde direkt am Feld gewogen und so die Frischmasse bestimmt. Vom Erntegut wurde ein Teil für die weiteren Analysen entnommen und in Plastiksäcken verpackt. Vor der weiteren Verarbeitung wurden die Proben mit Hilfe eines Probenhäckslers zerkleinert. Vom Häckselgut wurde aus einer Doppelprobe der Trockenmassegehalt (TM) bestimmt. Dazu wurde die Frischmasse bei 105 °C über 48 Stunden getrocknet. Der restliche Teil der Frischprobe kam zur schonenden Trocknung (50 °C) in das hauseigene Chemische Labor. Hier wurde eine Weender Analyse durchgeführt. Aus den Rohnährstoffen wurde mit Hilfe einer Regressionsformeln (Gruber et al., 1997) der Energiegehalt in MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) errechnet.

Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: N-Menge, Agrosolanwendung, Jahr und bei der Auswertung der 3 Aufwüchse der Schnitttermin sowie die Wechselwirkungen von Agrosol mit N-Düngung und die Wechselwirkung dieser beiden mit dem Termin, die Spalten und Wiederholungszeilen der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen, wobei bei Auswertung der 3 Aufwüchse auch die Wechselwirkung der Zeile*Spalte als random dazu genommen wurde) 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.

Ergebnis und Diskussion

Pflanzenbestand

Zu den jeweiligen Zeitpunkten der Artenbonituren konnten zwischen den Varianten keine wesentlichen Unterschiede im Pflanzenbestand festgestellt werden. Lediglich bei der Gemeinen Rispe gab es geringe Veränderungen von 2009 auf 2012. Ihr Anteil nahm in allen Varianten fast um die Hälfte ab, dies kann ein Effekt der regelmäßigen Gülledüngung sein (siehe Tabelle 3). Durch eine gezielte und bedarfsgerechte Stickstoff-Düngung über Gülle kommt es zur Förderung der wertvollen Futtergräser wie Englisches

Tabelle 3: **Pflanzenbestände zu Beginn und am Ende des Versuchszeitraumes - Artengruppen und Arten in Flächenprozent**

	Norm 120		Agro 120		Norm 80		Agro 80	
	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
Gräser in %:	**79**	**79**	**78**	**77**	**84**	**81**	**81**	**82**
Englisches Raygras	7	10	5	8	5	10	4	7
Gemeine Rispe	16	8	12	7	15	7	12	7
Goldhafer	12	17	8	16	2	6	6	8
Knaulgras	11	17	23	13	26	21	25	19
Wiesenrispengras	14	13	14	16	18	17	14	16
Wiesenschwingel	19	14	17	17	18	20	19	25
Leguminosen in %:	**16**	**16**	**15**	**17**	**11**	**13**	**13**	**11**
Kräuter in %:	**5**	**5**	**7**	**6**	**5**	**6**	**6**	**7**
Wiesenlöwenzahn	2	2	2	2	1	2	2	1
Stumpfblättr. Ampfer	1	1	3	2	2	1	1	2

Tabelle 4: **LAI Werte in den drei Bestandeshöhen bei den Einzelfaktoren Düngerniveau und Agrosolanwendungen**

		Düngung					Agrosol					
Parameter	**Einheit**	**80 kg N**		**120 kg N**		**p**	**ja**		**nein**		**p**	**s_e**
		LSMEAN	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**		**LSMEAN**	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**		
LAI 0 cm	m²/m²	4,8	0,1	5,2	0,1	0,0006	5,0	0,1	5,0	0,1	0,8870	0,6
LAI 10 cm	m²/m²	2,5	0,2	3,0	0,1	0,0001	2,7	0,2	2,9	0,1	0,0933	0,6
LAI 20 cm	m²/m²	1,0	0,1	1,2	0,1	0,0162	1,1	0,1	1,2	0,1	0,4872	0,5

Tabelle 5: **Mengen- und Qualitätserträge bei den Faktoren Düngerniveau und Agrosolanwendung**

		Düngung					Agrosol					
Parameter	**Einheit**	**80 kg N**		**120 kg N**		**p**	**ja**		**nein**		**p**	**s_e**
		LSMEAN	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**		**LSMEAN**	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**		
TM-Ertrag	kg/ha	9.778	199	10.044	193	0,1523	9.792	197	10.030	195	0,1969	171
NEL-Ertrag	MJ/ha	55.997	1.001	57.315	1.001	0,1770	56.291	1.001	57.021	1.001	0,4491	902
XP-Ertrag	kg/ha	1.335	32	1.358	32	0,4341	1.341	32	1.352	32	0,7185	88

Tabelle 6: **Mengen- und Qualitätserträge der vier Versuchsvarianten**

		Variante									
		AGRO 80		**Norm 80**		**Agro 120**		**Norm 120**			
Parameter	**Einheit**	**LSMEAN**	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**	**LSMEAN**	**SEM**	**p**	**s_e**
TM-Ertrag	kg/ha	9.771	238	9.785	235	9.813	232	10.276	230	0,2229	171
NEL-Ertrag	MJ/ha	56.152	1.206	55.842	1.206	56.430	1.206	58.200	1.206	0,2835	902
XP-Ertrag	kg/ha	1.336	38	1.334	38	1.346	38	1.370	38	0,6613	88

Raygras, Goldhafer oder Knaulgras im Pflanzenbestand, die in ihrer Konkurrenzkraft der Gemeinen Rispe überlegen sind. Dadurch findet sie weniger Lücken vor, in die sie mit ihren oberirdischen Kriechtrieben einwachsen konnte.

LAI

Bei den LAI Messungen konnte ein signifikanter Unterschied in allen Bestandeshöhen bei der Faktorstufe N-Düngungsniveau (siehe Tabelle 4) beobachtet werden. Somit zeigte sich, dass eine höhere N-Versorgung zu einer besseren Ausnutzung des Sonnenlichtes führte und diese Bestände etwas dichter waren. Dagegen war bei der Anwendung von Agrosol kein Effekt bei den LAI Werten in den drei Bestandeshorizonten festzustellen.

Erträge und Qualitäten

Bei den Jahreserträgen konnten keine signifikanten Unterschiede gemessen werden (siehe Tabelle 5 und Tabelle 6). Somit spielgelten sich die höheren LAI Werte der mit 120 kg N gedüngten Parzellen nicht im TM-Ertrag wieder. Numerisch erreichte zwar diese Variante einen höheren Ertrag, der jedoch nicht statistisch abgesichert werden konnte. Wobei grundsätzlich zu beachten ist, dass die Mengenerträge von um 10.000 kg TM/ha für eine 3-Schnittnutzung als hoch einzustufen sind.

Bei den Jahreserträgen konnte auf diesem Standort kein Einfluss durch die Anwendung von Agrosol gemessen werden. Numerisch waren sogar die Varianten ohne Agrosolanwendung etwas höher (siehe Tabelle 5).
Aber dieser Unterschied ist nach der statistischen Auswertung als zufällig zu betrachten. Ebenfalls keine Unterschiede wiesen die Qualitätserträge auf.
Sowohl die Energie- als auch die Rohproteinerträge waren in allen Varianten gleich (siehe Tabelle 6).

Schlussfolgerungen

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Anwendung von Agrosol auf dem Versuchsstandort weder zu einem höheren Mengenertrag noch zu besseren Inhaltstoffen geführt hat. Bisherige Untersuchungen zur Agrosolanwendung wurden meist auf trockeneren Standorten, im Vergleich zu dem Standort dieser Untersuchung, durchgeführt. Eine

mögliche Erklärung könnte sein, dass in niederschlagreichen Regionen nicht die CO_2 Konzentration in der Atmosphäre das entschiedenste Kriterium für die Biomasseproduktivität darstellt. Niederschlagsreiche Regionen in Mitteleuropa sind auch durch niedrige Temperaturen gekennzeichnet, die den Zellstoffwechsel herabsetzten und somit andere innerpflanzliche Prozesse limitierend wirken.

Wegen der hohen Niederschlagsummen dürfte auch kein garantierter Verbleib von Agrosol an der Pflanze gegeben sein, das über die Spaltöffnungen eindringen könnte.
Aufgrund der Ergebnisse und Messdaten zum LAI lässt sich aber schließen, dass die höhere N-Düngung zu einer besseren Chlorophyllbildung führt, was einer optimierten Ausnutzung des eingestrahlten Sonnenlichtes darstellt. Daraus lässt sich Schlussfolgern, dass eine sachgerechte Düngung und gute Aufteilung der Düngermengen einen wichtigen Schlüssel zu einer erfolgreichen Grünlandbewirtschaftung, gerade in der Biologischen Landwirtschaft, darstellen.

Basierend auf diesen Versuchsergebnissen kann eine Agrosolanwendung, auf niederschlagsreichen Dauergrünlandstandorten, als nicht ökonomisch und sinnvoll betrachtet werden.

Literaturverzeichnis

Bodner, G., 2010: Einfluss und Wirkungsweise des Blattdüngers AGROSOL auf die Wassernutzungseffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPP) und Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft (IHLW), Wien, Abschlussbericht, 9 S.

Fuchs, J., B. Speiser und L. Tamm, 2011: Einfluss des Produktes AgroSol auf Pflanzenwachstum und –Gesundheit von Kartoffeln unter Praxisbedingungen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Abschlussbericht, 10 S.

Gruber, L., A. Steinwidder, T. Guggenberger und G. Wiedner, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).

Gut, O., 2012: Damit die Pflanze nicht um Luft ringen muss. dergartenbau. Zuchwil, Verlag dergartenbau, 1.

Schechtner, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105(1), 33-43.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 113 – 118
ISBN: 978-3-902849-12-0

Ökologischer Gesamtzuchtwert - Umsetzungsaktivitäten zur Unterstützung biologisch wirtschaftender Milchviehbetriebe in Österreich

Andreas Steinwidder[1*] und Dieter Krogmeier[2] in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe ökologischer Landbau, Arbeitsgruppe ökologische Rinderzucht und den Verbänden Bioland, Naturland Demeter, Biokreis und Bio-Austria

Zusammenfassung

In Zukunft kann in der Milchviehhaltung eine weitere Differenzierung in der Intensität der Produktion zwischen den Betrieben erwartet werden. Dies muss auch in den Zuchtprogrammen eine Berücksichtigung finden. Der ökologische Gesamtzuchtwert ist ein Hilfsmittel für Milchviehbetriebe welche im Fitnessbereich und der Grundfutterlebensleistung ihren Schwerpunkt setzen und demgegenüber auf Frühreife, hohe Einsatzleistungen und Höchstleistungen verzichten möchten. In Österreich besteht von Bio-Austria und vom Bio-Institut der HBLFA das Bestreben, den ökologischen Gesamtzuchtwert entsprechend dem Bayrischen Modell vollständig zu etablieren. Derzeit können die ÖZW-Zuchtwerte von Zuchtstieren für die Rassen Fleckvieh, und Braunvieh über die Homepage des Bio-Instituts (www.raumberg-gumpenstein.at/oezw) kostenlos abgerufen werden. In einer länderübergreifenden Zusammenarbeit wird an der Weiterentwicklung des ÖZW und weiteren Etablierung in der Praxis gearbeitet.

Schlagwörter: Tierzucht, Biologische Milchviehhaltung, ÖZW, Milchkühe

Summary

In dairy cattle production a further differentiation in the intensity between farming strategies can be expected. This has to be considered in cattle breeding programs. The "ecological total merit index" (ÖZW) supports organic farmers who put their focus on forage based milk production, longevity and fitness. In contrast to this cows are not breed for early maturity and high lactation performances. Bio-Austria and the Organic-Institute (Institute for organic farming and farm animal biodiversity) of HBLFA Raumberg-Gumpenstein aim to establish the ÖZW according to the Bavarian model in Austria. Currently, the ÖZW breeding values for Simmental and Brown Swiss breeds can be downloaded from the Organic-Institute website (www.raumberg-gumpenstein.at/oezw) for free. In a transnational cooperation we are working on the further development of the "ecological total merit index" and the establishment in practice.

Keywords: organic cattle breeding, ecological total merit index, dairy cows

1. Einleitung

Eine ökologische und damit nachhaltige Rinderzucht ist auf hohe Lebensleistung und gute Fitness der Tiere ausgerichtet. Gesunde Kühe, welche vor allem das für den Menschen nicht direkt nutzbare betriebseigene Graslandfutter (Weidefutter, Heu, Grassilagen etc.) effizient veredeln, sind notwendig. Damit beeinflusst die Zucht nicht nur die Leistung, die Fütterung, die Tiergesundheit, die Tierhaltung, das Wohlbefinden der Tiere, die Produktqualität und die Wirtschaftlichkeit der Rinderhaltung, sondern hat auch bedeutende Einflüsse auf unsere Umwelt. Da sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und die Anforderungen und Zielsetzungen für biologisch wirtschaftende Betriebe von konventionellen Betrieben unterscheiden, müssen diese auch bei der Gewichtung der Einzelzuchtwerte einfließen. Eine wirtschaftliche Bio-Milchviehhaltung erfordert eine lange Nutzungsdauer bei guter Grundfutterlebensleistung (Ertl 2013, Ertl et. al. 2013, Horn et al. 2013). Eine auf Grund ökologischer, ökonomischer und gesetzlicher Rahmenbedingungen begrenzte Ergänzungsfütterung setzen darüber hinaus Leistungsgrenzen, die wirtschaftliche Bedeutung der Milchleistungsmerkmale ist daher geringer als in der konventionellen Milchviehhaltung. Sehr hohe Tagesleistungen können unter Bio-Bedingungen nicht erfüttert werden und sind auch auf Grund der Kraftfutterpreise nicht wirtschaftlich. Eine ausgewogene Körper- und Leistungsentwicklung sind, im Gegensatz zu „Sprinterkühen" bzw. frühreifen Typen, anzustreben und eine hohe Stoffwechselstabilität, gute Fruchtbarkeitsergebnisse, flache Laktationskurven und gesunde Euter und Klauen sind besonders wichtig.

Ein Gesamtzuchtwert dient vielfach als erstes wichtiges Vorselektionskriterium am Milchviehbetrieb. Dieser berücksichtigt immer unterschiedliche Teilzuchtwerte für Leistungs- und Fitnessmerkmale. Diese Einzelzuchtwerte werden in Abhängigkeit von den entsprechend genetischen und wirtschaftlichen Parametern gewichtet und zusammengefasst.

Der Ökologische Gesamtzuchtwert (ÖZW) ist ein Gesamt-

[1] HBFLA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[*] Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Insitut für Tierzucht, D-85586 Poing-Grub
[*] Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

zuchtwert, der den Zielsetzungen und Rahmenbedingungen der Biologischen Landwirtschaft in besonderer Weise Rechnung trägt. Im Vergleich zum ökonomischen Gesamtzuchtwert (GZW) wird bei Zucht nach dem Ökologischen Zuchtwert (ÖZW) ein deutlicherer Zuchtfortschritt im Fitnessbereich erreicht (ÖZW 2014).

2. Gewichtungen im ÖZW

Der ökologische Gesamtzuchtwert baut auf die Ergebnisse eines bayrischen Forschungsprojektes auf (Postler 2006). Betriebe welche konsequent mit den besten ÖZW Tieren züchten, streben eine hohe Grundfutterlebensleistung an, demgegenüber wird der Milchleistung, insbesondere in der ersten Laktation, weniger Bedeutung geschenkt. Dem Tier und seinen Organen wird damit Zeit für die Entwicklung gegeben – hohe Erstlingsleistungen erhöhen bei der noch wachsenden Jungkuh das Belastungsrisiko und können zu Folgeschäden und damit zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer führen. Daher wird im ÖZW auch ein Zuchtwert „Leistungssteigerung" berücksichtigt. Dieser berücksichtigt die Milchleistung in höheren Laktationen wesentlich stärker. Darüber hinaus schneiden Tiere mit flachen Laktationskurven (Persistenz sehr gut) beim ÖZW besser ab und wird den funktionellen Merkmalen Fruchtbarkeit, Kalbeverlauf, der Eutergesundheit, Melkbarkeit und Fundament besonderes Gewicht eingeräumt. Durch diese Gewichtung erzielen Stiere und Kühe mit hervorragenden Fitnesseigenschaften aber nur durchschnittlicher Milch- und Fleischleistung deutlich besser Ergebnisse und erlangen damit mehr züchterische Beachtung.

In Tabelle 1 sind die Gewichtungen für die zwei **ÖZW-Teilwerte** (Leistung und Konstitution) angeführt (ÖZW 2014). Diese betragen für die Leistungsmerkmale 35 % und für die Konstitutionsmerkmale 65 %. In die ÖZW-Teilwerte fließen die **Untergruppen** „Ökologischer Milchwert", „Fleischwert", „Persistenz und Leistungssteigerung", „Nutzungsdauer", „Kalbung und Fruchtbarkeit" sowie „Fundament und Euter" mit rassenspezifischen Gewichtungen ein. Diese wiederum errechnen sich aus den unterschiedlich gewichteten Einzelmerkmalen (Tabelle 1).

Tabelle 1: **Gewichtung der Teilzuchtwerte, Untergruppen und Merkmale im ÖZW für die Rassen Fleckvieh (FV) und Braunvieh (BV) (ÖZW 2014)**

	% Gewichtung	
	Merkmale innerhalb	im ÖZW
A: Teilwert Leistung:		**35**
1. Ökologischer Milchwert		**FV 20; BV 25**
Laktation 1	10	
Laktation 2	20	
weitere Laktationen	70	
2. Fleischwert		**FV 15; BV 10**
B: Teilwert Konstitution:		**65**
1. Persistenz u. Leistungssteigerung		
Zuchtwert Persistenz	40	**10,8**
Zuchtwert Leistungssteigerung	60	
2. Nutzungsdauer		**10,8**
3. Kalbung u. Fruchtbarkeit		
Fruchtbarkeitswert	30	**27,1**
Kalbeverlauf maternal	25	
Totgeburtenrate maternal	25	
Kalbeverlauf paternal	10	
Totgeburtenrate paternal	10	
4. Fundament u. Euter		
Zuchtwert Euter	30	16,3
Zuchtwert Fundament	20	
Zuchtwert Trachtenhöhe	10	
Eutergesundheitswert	20	
Zuchtwert Melkbarkeit	20	

Ökologischer Milchwert (ÖMW)

Der Ökologische Milchwert setzt sich aus den Zuchtwerten Fett-kg und Eiweiß-kg für die 1., 2. und die 3. Laktation zusammen, wobei die Gewichtung Fett-kg : Eiweiß-kg 1 : 4 beträgt. Die Zuchtwerte aus den drei Laktationen (die dritte Laktation enthält auch die Informationen aus weiteren Laktationen) werden im Verhältnis 10:20:70 gewichtet. Die dritte Laktation erhält die höchste Gewichtung, um die Bedeutung der Lebensleistung herauszustellen. Aufgrund fehlender genomischer Zuchtwerte für die einzelnen Laktationen muss bei genomischen Jungvererbern der genomisch geschätzte Milchwert verwendet werden.

Persistenz und Leistungssteigerung (PL)

Im Teilzuchtwert „Persistenz und Leistungssteigerung" wird das Durchhaltevermögen innerhalb der Laktation mit 40 % und die Leistungssteigerung von der 1. zur 2., bzw. zu den weiteren Laktationen mit 60 % gewichtet. Der Zuchtwert Persistenz charakterisiert das Durchhaltevermögen auf der Basis der Zuchtwerte innerhalb der Laktation, wobei die Ergebnisse aller Laktationen berücksichtigt werden. Es wird eine flache Laktationskurve angestrebt, die gut zu erfüttern ist. Die Leistungssteigerung charakterisiert die Entwicklung der Zuchtwerte Fett und Eiweiß-kg von der 1. Laktation zu den weiteren Laktationen. Tiere mit höheren Zuchtwerten für die Leistungssteigerung entwickeln ihr volles genetisches Milchleistungsvermögen erst in höheren Laktationen. Durch die Einbeziehung der Leistungssteigerung wird eine Überbewertung der Einsatzleistung vermindert und es werden Kühe herausgestellt, die weniger stark einsetzen, sich aber dann von Laktation zu Laktation steigern. Durch eine geringere Stoffwechselbelastung in der ersten Laktation soll die Tiergesundheit verbessert und die Grundlage für eine hohe Lebensleistung gelegt werden.

Fleischwert (FW)

Der Fleischwert ist ein zusammenfassender Wert über die Mast- und Schlachtleistungsvererbung des Stiere. Es erfolgt eine simultane Berücksichtigung von Leistungsinformationen aus allen Fleischleistungsprüfungen des Stieres selbst, seiner Vorfahren- und Nachkommen sowie der weiteren Verwandten. Die berechneten Teilzuchtwerte für Nettozunahme, Ausschlachtung und Handelsklasseneinstufung werden dabei über eine ökonomische Gewichtung zu einer Relativzahl mit dem Mittelwert 100 für den Fleischwert zusammengefasst. Beim Fleischwert handelt es sich wie bei allen anderen Zuchtwerten um einen genomischen Zuchtwert.

Nutzungsdauer (ND)

Als direkt zu beobachtendes Merkmal für die Langlebigkeit wird der Zuchtwert Nutzungsdauer ermittelt. Es handelt sich, im Gegensatz zur Verbleiberate,

um die sogenannte funktionale oder leistungsunabhängige Nutzungsdauer, bei der der Effekt der leistungsbedingten Merzung (Merzung aufgrund niedriger Milchleistung) im Rahmen der Zuchtwertschätzung rechnerisch ausgeschaltet wird. Während bei der Verbleiberate nicht unterschieden werden kann, ob eine bessere Konstitution oder eine hohe Milchleistung zu längerer Lebensdauer führt, ist die Nutzungsdauer ein Maßstab für Lebensleistungsveranlagung aufgrund von Fitness und Vitalität.

Kalbung und Fruchtbarkeit (KF)

Im Bereich der Kalbung und Fruchtbarkeit werden die Zuchtwerte für die weibliche Fruchtbarkeit (Fruchtbarkeitswert als Index aus maternaler Fruchtbarkeit, frühen Fruchtbarkeitsstörungen und Zysten) und für den Kalbeverlauf und die Totgeburtenrate zusammengefasst. Die größte Bedeutung wird hier den maternalen (weiblichen) Zuchtwerten (Bulle als Vater der Kuh) beigemessen, da eine regelmäßige Fruchtbarkeit sowie problemlose Abkalbungen für die Lebensdauer einer Kuh von entscheidender Wichtigkeit sind.

Fundament und Euter (FE)

Im Teilwert Fundament und Euter finden sich Zuchtwerte, die für ein gutes Fundament und fürein funktionales und gesundes Euter von großer Bedeutung sind. Beim Fundament wird neben dem Zuchtwert für das Fundament der Zuchtwert für die Trachtenhöhe berücksichtigt, da dieser insbesondere für die Laufstall- und Weidehaltung wichtig ist. Beim Euter wird ergänzend zur Euterbewertung die Melkbarkeit (durchschnittliches Minutengemelk) als Hinweis auf eine funktionale Melkarbeit mitaufgenommen, wobei einer möglichen negativen Auswirkung eines zu hohen Milchflusses durch die Berücksichtigung des Eutergesundheitswertes (Index aus Zellzahl, Mastitis und Eutermerkmalen) Rechnung getragen wird.

Ökologischer Gesamtzuchtwert ÖZW

Der ökologische Gesamtzuchtwert setzt sich aus dem Teilwert Leistung (Ökologischer Milchwert und Fleischwert) und dem Teilwert Konstitution („Persistenz und Leistungssteigerung“, Nutzungsdauer, „Kalbung und Fruchtbarkeit“ und „Fundament und Euter“), zusammen. Im Teilwert Leistung sind die Zuchtwerte zusammengefasst, die für die direkte Erzeugung von Milch und Fleisch bedeutend sind. Im Bereich Konstitution finden sich die Merkmale, die dafür entscheidend sind, dass diese Leistungen von gesunden, fruchtbaren und langlebigen Tieren erzeugt werden können. Die Berechnung des ökologischen Gesamtzuchtwerts erfolgt mittels Selektionsindexmethode, d.h. es werden die Erblichkeitsgrade, die genetischen Korrelationen, die Sicherheiten der geschätzten Zuchtwerte und die unterstellten wirtschaftlichen Gewichte der Merkmale berücksichtigt. Dadurch ergeben sich zum Teil deutliche Unterschiede zwischen der unterstellten wirtschaftlichen Gewichtung für ein Merkmal und dem wirklichen Anteil dieses Merkmals am Zuchtfortschritt (Abbildung 1).

Wie Abbildung 2 zeigt erhöht sich bei Selektion nach dem ÖZW der theoretische Zuchtfortschritt im Bereich Fitness im Vergleich zum Gesamtzuchtwert (GZW) deutlich. Mit

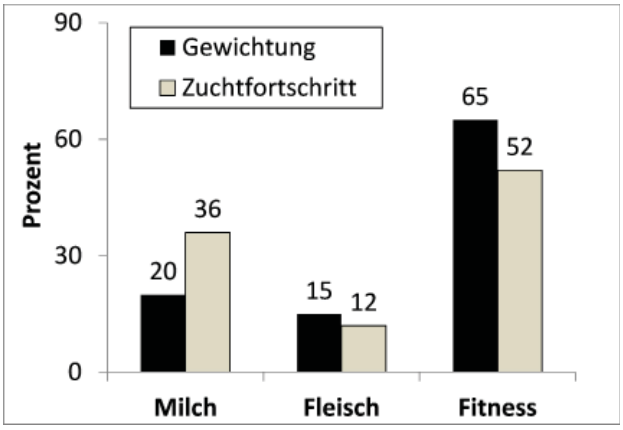


Abbildung 1: **Gewichtung und theoretischer Zuchtfortschritt am Beispiel Fleckvieh in % (ÖZW 2014)**

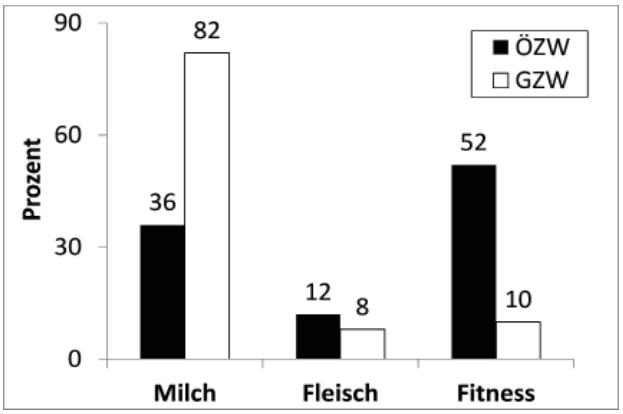


Abbildung 2: **Theoretischer Zuchtfortschritt bei Selektion nach dem ökologischen Gesamtzuchtwert (ÖZW) bzw. dem ökonomischen Gesamtzuchtwert (GZW) am Beispiel Fleckvieh in % (ÖZW 2014)**

der Übernahme des ÖZW wird in Österreich kein neues Zuchtprogramm aufgebaut, sondern es erfolgt eine zusätzliche Bewertung der Tiere nach Kriterien, welche den Rahmenbedingungen von Bio-Betrieben und extensiveren Betrieben besser gerecht werden.
Knapp 20 % der Zuchtbetriebe in Österreich sind derzeit Bio-Betriebe. Die Erfahrungen in der internationalen Rinderzucht zeigen, dass für eine Population die Erhaltung der Variabilität langfristig sehr günstig ist.

3. Umsetzung der Zuchtwertschätzergebnisse

Dreimal jährlich erfolgt in Bayern die Berechnung der aktuellen ÖZW-Zuchtwerte für alle Braunvieh, Fleckvieh- und Gelbviehstiere. Im Anschluss daran werden von der LfL Bayern die Empfehlungslisten auf der Homepage aktualisiert (http://www.lfl.bayern.de/itz/rind/018887/). Ein Beispiel dazu finden Sie in Abbildung 3.

Zusätzlich werden diese Daten zu den Rassen Fleckvieh und Braunvieh auch dem Bio-Institut an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Diese werden hier formatiert und auch mit der ZAR-Zuchtwertdatenbank tierindividuell verlinkt, sodass die Züchterinnen und Züchter auch die weiteren Zuchtwerte (Einzelzuchtwerte, GZW, Exterieur etc.) so-

wie Abstammungsdaten einfach einsehen können. Diese Listen werden in Folge auf die Homepage des Bio-Instituts an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gestellt (www.raumberg-gumpenstein.at/oezw) und stehen kostenlos zum Download zur Verfügung (Abbildung 4). Auch die Bio-Austria Homepage ist mit dieser Seite verlinkt. Darüber hinaus werden Auswahllisten davon auch über den von Bio-Austria erstellten Infoblitz an Rinderbetriebe versandt bzw. bei Veranstaltungen weitergegeben.

3.1 Stierempfehlungslisten nach dem ÖZW

Die ÖZW-Zusammenstellungen enthalten drei Zuchtstierkategorien:

- **nachkommengeprüfte Stiere mit hoher Sicherheit (klassische ÖZW-Stiere = ÖZW)**
- **nachkommengeprüfte Vererber mit mittlerer Sicherheit (NK)**
- **genomische Jungvererber mit geringer Sicherheit (GJV)**

Für die Aufnahme in die Gruppe **„nachkommengeprüfte Stiere mit hoher Sicherheit – klassische ÖZW-Stiere“** müssen von mindestens 20 Töchtern eines Stieres mindestens 3 Probemelken in der 3. Laktation vorliegen.

Für Stiere der Gruppe **„nachkommengeprüfte Vererber mit mittlerer Sicherheit (NK)“** liegen bereits Töchterleistungen vor, die Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit der klassischen ÖZW-Stiere (siehe oben) werden aber noch nicht erreicht.

In die dritte Kategorie **„genomische Jungvererber mit geringer Sicherheit (GJV)“** fallen Stiere, wo noch keine Töchterleistungen vorliegen. Die Zuchtwerte werden über Blut- bzw. Gewebeproben genomisch aus den Erbanlagen geschätzt. Die Zuchtwerte weisen daher eine relativ geringe Sicherheit auf. Es wird hier eine besonders strenge Auswahl empfohlen.

Die Reihung der Stiere erfolgt innerhalb jeder Kategorie nach dem Ökologischen Gesamtzuchtwert. Es werden grundsätzlich für alle derzeit verfügbaren Stiere die ÖZW-Zuchtwerte berechnet. Zur Aufnahme in die ÖZW-Auszugslisten der LfL müssen jedoch die Stiere Mindestkriterien in einzelnen Zuchtwertbereichen erfüllen. Dabei werden bei den jüngeren Zuchtstieren mit wenigen Nachkommen bzw. bei den Zuchtstieren wo nur genomisch ermittelte Zuchtwerte vorliegen strengere Mindestkriterien angesetzt.

3.2 ÖZW in Bayern

In Bayern werden auch für alle weiblichen Tiere von Bio-Betrieben die ökologischen Zuchtwerte berechnet und einmal jährlich den Betrieben zur Verfügung gestellt. Diese Zuchtwerte werden im EDV gestützten Anpaarungspro-

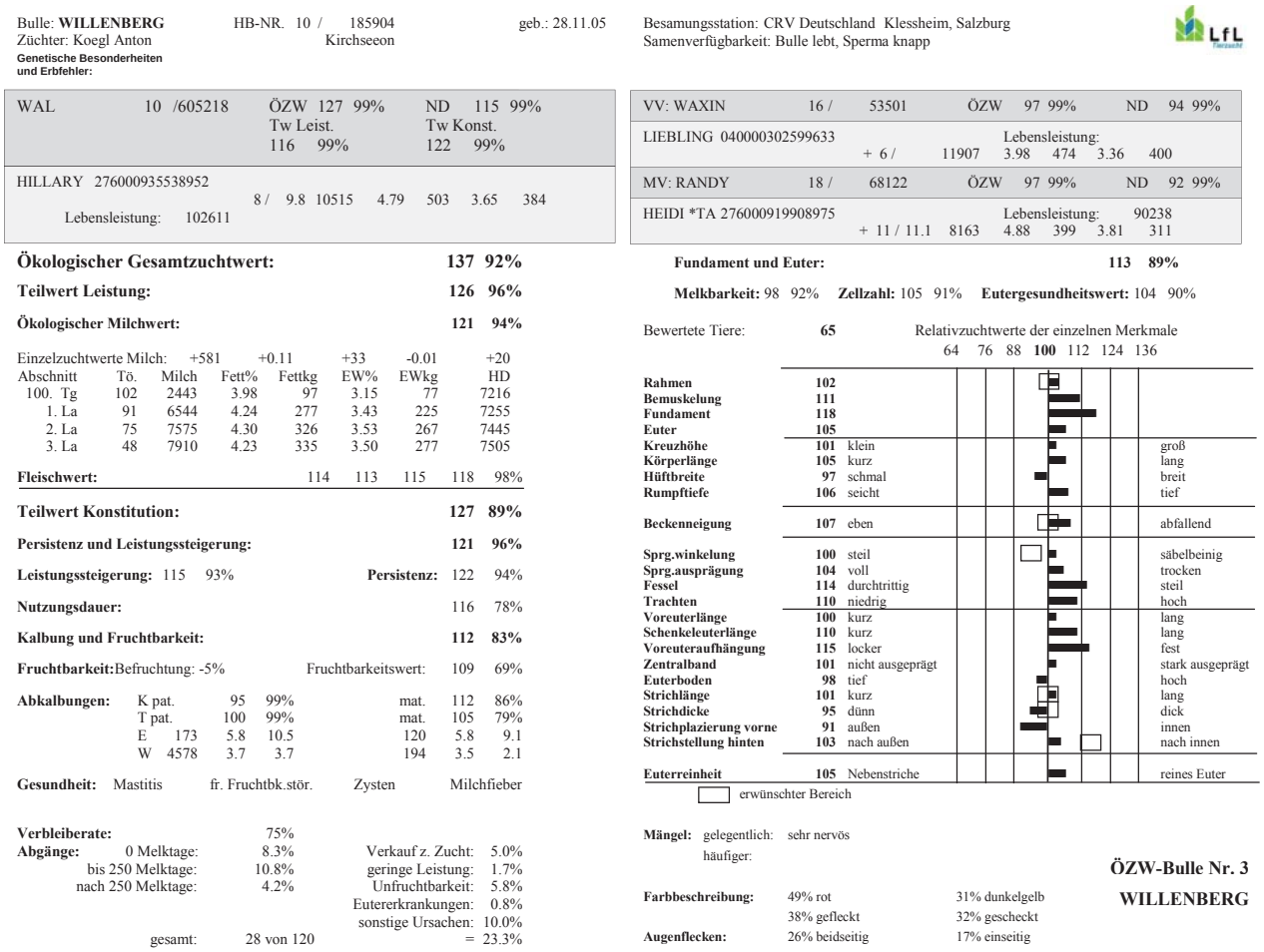


Abbildung 3: **Beispiel für ÖZW-Zuchtwertliste und Stierbeschreibungen auf der Homepage des LfL Bayern (http://www.lfl.bayern.de/itz/rind/018887/).**

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH
HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN LANDWIRTSCHAFT

In Zusammenarbeit mit
Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft,
Arbeitsgruppe Ökologische Rinderzucht,
Bioland, Naturland, Demeter, Biokreis

LfL

ÖZW-Top Fleckvieh - ÖZW Stiere mit hoher Sicherheit

Auswahlliste - Top-ÖZW Stiere (ohne Tiere mit Erbfehlern)

Aug.2014

Weitere Infos: www.raumberg-gumpenstein.at/oezw

		GESAMT		TEILWERTE		LEISTUNG		KONSTITUTION				EINZELZUCHTWERTE									ERB-
Nummer	**Name**	**ÖZW**	**SI**	**LEIST**	**KONST**	**ÖMW**	**FW**	**PL**	**ND**	**FE**	**KF**	**P**	**L**	**F**	**E**	**EG**	**M**	**Kp**	**R**	**B**	FEHLER
276000940049340	WILLENBERG	137	92	126	127	121	118	121	116	113	112	122	115	118	105	104	98	95	102	111	
276000941035802	WILLEM *TA	135	91	124	126	113	120	114	110	121	115	120	106	113	105	117	109	104	107	115	
040000875986109	VINZENZ *TA	132	90	125	120	124	107	112	115	115	105	107	113	106	119	97	99	82	105	106	
276000939515934	WINDKRAFT	129	93	123	119	114	121	117	122	107	100	112	117	100	106	114	95	92	101	126	
276000940777732	ZAUBER	129	95	120	122	125	98	118	111	116	108	122	112	115	109	107	106	103	95	89	
276000937793170	HUPSOL	128	99	104	134	98	112	117	132	119	114	118	113	99	125	115	104	94	100	104	
276000938806653	RICKI	127	97	134	105	132	114	121	95	98	101	113	122	94	107	87	100	122	93	98	
276000939777029	WEINFUR *TA	127	94	122	117	111	122	96	106	115	116	113	86	113	106	100	115	96	114	102	
276000941688886	HUTERA *TA	127	91	136	106	131	116	100	100	106	106	105	96	101	111	96	101	100	117	98	
276000662708266	WINNING	126	91	118	120	118	109	118	106	109	112	122	111	98	105	118	99	107	95	99	
276000940276513	WALLENSTEIN	126	91	119	118	118	105	112	115	111	106	107	113	108	107	102	101	111	93	106	
276000940905604	WESLEY	126	90	127	112	124	116	121	97	101	108	126	113	88	93	111	115	98	97	122	
276000938662295	WATNOX *TA	125	95	117	119	117	106	118	110	120	102	118	114	109	112	114	105	113	100	113	
276000940813435	VALERIAN	124	92	126	108	128	105	130	103	97	94	125	127	95	103	91	105	96	108	113	
276000940989677	REMITENT *TA	124	91	113	121	116	99	108	111	123	109	101	111	113	117	103	115	111	96	97	
040000715630109	ZOCKER *TA	123	93	119	115	120	107	103	99	121	112	100	104	113	113	118	99	87	102	102	
276000662550737	WEINREG	123	95	115	118	116	106	107	112	115	108	112	102	118	105	98	111	103	104	99	
276000939405109	WEINTOR *TA	123	95	115	118	112	107	102	113	111	113	111	95	97	112	104	107	82	112	95	
276000940324027	WARBERG	123	92	129	107	114	133	104	101	105	106	104	103	96	113	105	100	122	103	108	
276000940481786	VANEL *TA	121	95	120	110	115	113	104	113	108	100	108	101	110	108	88	110	118	97	98	
276000941546536	RINGWANDL	121	91	119	111	124	96	107	105	104	109	102	109	96	98	121	96	102	110	95	
276000937293240	MALIBU	120	98	118	110	111	112	110	103	109	104	107	110	98	103	115	104	112	113	98	
276000938322620	SAMLAND	120	97	121	108	115	116	107	100	118	98	100	111	107	112	113	109	113	106	94	
276000939560629	VALUTA	120	89	119	111	115	110	105	108	107	105	103	105	96	110	99	108	112	87	110	
276000939880547	RUPTAL	120	96	128	101	117	123	110	107	105	87	109	109	101	109	92	103	87	112	116	
276000941935928	ZAHNBERG	120	91	112	117	112	107	95	114	129	103	99	94	121	119	110	112	90	90	101	
276000935904510	IMPOSIUM	119	99	118	109	123	96	112	102	102	106	109	112	95	102	104	105	104	94	99	
276000936284807	ILION	119	99	112	115	105	111	98	114	117	108	95	100	109	113	110	101	84	116	106	
276000940559486	ZAPFHAHN *TA	119	91	108	119	111	100	99	110	125	110	94	102	116	120	109	109	95	103	97	
276000940653131	GEPARD *TA	119	93	115	113	111	108	80	113	118	114	83	83	120	103	111	104	109	101	103	
276000941721747	MALPORT	119	92	117	111	117	105	107	107	118	98	104	107	97	125	126	88	95	104	102	

ÖZW-Top Braunvieh - ÖZW Stiere mit hoher Sicherheit

Auswahlliste - Top-ÖZW Stiere (ohne Tiere mit Erbfehlern)

Aug.2014

Weitere Infos: www.raumberg-gumpenstein.at/oezw

		GESAMT		TEILWERTE		LEISTUNG		KONSTITUTION				EINZELZUCHTWERTE									ERB-
Nummer	**Name**	**ÖZW**	**SI**	**LEIST**	**KONST**	**ÖMW**	**FW**	**PL**	**ND**	**FE**	**KF**	**P**	**L**	**F**	**E**	**EG**	**M**	**Kp**	**R**	**Bec**	FEHLER
276000935830301	HURAY *TM	132	99	124	120	126	95	107	113	113	115	112	103	118	108	99	101	107	114	109	
276000936736739	PREJULA	129	97	108	131	113	87	136	114	109	115	141	127	102	113	117	93	117	92	87	
276000937639120	PROTEUS	127	95	115	122	115	103	109	117	126	103	100	114	126	117	102	114	94	91	86	
276000936791480	JULENG	126	99	127	110	121	121	114	93	109	108	97	123	94	106	107	110	112	118	130	
276000941422868	JOSCHKA *TM	123	86	113	120	117	91	112	110	117	107	115	107	108	109	122	103	103	100	101	
040000382583472	VINCENT	120	93	114	115	119	86	100	120	110	105	101	99	108	103	109	108	100	97	106	
276000941054088	ETTAL *TM	118	91	108	117	109	97	95	105	115	121	96	95	102	117	116	102	111	112	110	
276000938706738	JUBS	117	94	118	105	119	97	118	92	109	98	110	120	101	107	107	98	104	119	108	
276000938021470	JOCKL	110	97	111	104	112	97	94	101	129	92	91	97	118	118	116	114	107	109	110	
276000937108861	JUSUV	109	96	110	102	113	91	99	107	110	93	94	103	105	103	112	100	115	108	110	

Erklärung-Zuchtwerte (Eine Zahl die von 100 abweicht, weist darauf hin, dass sich der Stier im Mittel vom Durchschnitt der Population abhebt; 100 = Durchschnitt)

Bio Institut
raumberg-gumpenstein.at/bio-institut

ÖZW	Ökologischer Gesamtzuchtwert
SI	Sicherheit in % (Maß dafür, wie gut der ÖZW durch viele Nachkommen bereits abgesichert ist - je näher bei 100 % desto besser!)
LEIST	Teilwert Leistung (Ökologischer Milchwert und Fleischwert)
KONST	Teilwert Konstitution (Persistenz und Leistungssteigerung, Nutzungsdauer, Fundament und Euter, Kalbeverlauf und Fruchtbarkeit)
ÖMW	Ökologischer Milchwert
FW	Fleischwert
PL	Persistenz und Leistungssteigerung
ND	Nutzungsdauer
FE	Fundament und Euter
KF	Kalbeverlauf und Fruchtbarkeit
P	Persistenz (flache Laktationskurve)
L	Leistungssteigerung (Anstieg der Milchleistungen in den Laktationen)
F	Fundament
E	Euter
EG	Eutergesundheit (Maß für die Eutergesundheit bei den Nachkommen - günstig ist für Bio ein guter EG-Zuchtwert)
M	Melkbarkeit
Kp	Kalbeverlauf paternal
R	Rahmen (Ein Zuchtwert über 100 lässt große, rahmige Tiere erwarten - für Weidebetriebe sind nicht zu rahmige Tiere wichtig!)
B	Bemuskelung (Maß für die Bemuskelung der Tiere)
Bec	Becken (Braunvieh)
ERBFEHLER	Um das Auftreten der entsprechenden Phänotypen zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren, müssen Risikopaarungen konsequent vermieden werden Wir empfehlen Stiere mit bekannten Erbfehlern nach Möglichkeit nicht einzusetzen.

Abbildung 4: **Beispiel der mit der Zuchtwertdatenbank verlinkten ÖZW-Zuchtwertliste auf der Homepage des Bio-Instituts (www.raumberg-gumpenstein.at/oezw)**

gramm OptiBull-Öko verwendet.

Der Ökologische Gesamtzuchtwert für Stiere ist hier auch im „BaZI-Rind“, den „Bayerischen Zuchtwert-Informationen“ abrufbar.

4. Ausblick

In Österreich besteht von Bio-Austria und vom Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein das Bestreben, den ökologischen Gesamtzuchtwert entsprechend dem Bayrischen Modell vollständig zu etablieren. Wir erhoffen uns damit, mehr Bio-Betriebe zur aktiven Zucht zu motivieren und sie bestens bei der Betriebsausrichtung zu unterstützen.

Wir freuen uns daher, dass sowohl die Bio-Milchviehbetriebe (Milchviehausschuss und –zuchtarbeitsgruppe, Bio-Austria) die Übernahme des ÖZW unterstützen als auch der genetische Ausschuss der ZAR die Einführung des ÖZW entsprechend dem derzeitigen Modell in Bayern für Bio-Betriebe in Österreich empfiehlt. Zurzeit gibt es jedoch von Seiten der Rinderzucht-Arbeitsgemeinschaften noch keine Unterstützung diesbezüglichen Aktivitäten, da sie die derzeit laufende Anpassung des ökonomischen Gesamtzuchtwertes (GZW) abwarten wollen.

Derzeit können die ÖZW-Zuchtwerte von Zuchtstieren für die Rassen Fleckvieh, und Braunvieh über die Homepage des Bio-Instituts (www.raumberg-gumpenstein.at/oezw) kostenlos abgerufen werden. In den kommenden Monaten werden weitere Umsetzungsaktivitäten mit Informationen zum ÖZW folgen. Darüber hinaus soll auch die Verfügbarkeit der ÖZW-Stiere für die Züchterinnen und Züchter verbessert werden.

In einer länderübergreifenden Zusammenarbeit (Bio-Verbände, LfL Bayern, Bio-Institut HBLFA) wird an der Weiterentwicklung des ÖZW gearbeitet.

Literatur

Bio-Institut (2014): Ökologischer Gesamtzuchtwert. Homepage des Bio-Instituts am LFZ Raumberg-Gumpenstein. www.raumberg-gumpenstein.at/oezw

Ertl P. (2013): Biologische Milchviehhaltung ohne Kraftfuttereinsatz-Auswirkungen auf Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, 75 S.

Ertl P., Knaus W. und Steinwidder A. (2013): Biologische Milchviehhaltung ohne Kraftfuttereinsatz – Auswirkungen in der Praxis auf Tiergesundheit, Leistung und Wirtschaftlichkeit. Tagungsbeitrag 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 524-527.

Horn M., Knaus W., Kirner L. und Steinwidder A. (2012): Economic evaluation of longevity in organic dairy cows. Organic Agriculture 2:127-143.

ÖZW (2014): Der Ökologische Gesamtzuchtwert für Fleckvieh. April 2014. Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 85354 Freising-Weihenstephan; http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/itz/dateien/zwsrind_oekfv.pdf (abgerufen August 2014)

Postler G. (2006): Ökologischer Gesamtzuchtwert (ÖZW) in der Milchviehhaltung. Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 21. - 22. März 2006, Tagungsband LFZ Raumberg-Gumpenstein, 47-49.

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein

Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014, 119 – 122
ISBN: 978-3-902849-12-0

Verzicht auf Anfütterung mit Kraftfutter vor der Abkalbung - Einfluss der Kraftfutterversorgung nach der Abkalbung auf den Vormagen pH-Wert von frischlaktierenden Milchkühen

Andreas Steinwidder[1*], Marco Horn[2], Rupert Pfister[1], Hannes Rohrer[1] und Johann Gasteiner[3]

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss von zwei Kraftfutterniveaus auf den Vormagen pH-Wert von Milchkühen, bei Verzicht auf Kraftfutteranfütterung vor der Abkalbung, untersucht. Dazu wurden 9 Kalbinnen und 11 Kühe zwei Wochen vor dem erwarteten Abkalbetermin Pansensensoren zur kontinuierlichen Messung des Vormagen pH-Wertes eingegeben. Alle Tiere wurden mit der Grundfutterbasis Heu und Grassilage gefüttert. Vor der Abkalbung wurde keine Kraftfutterfütterung durchgeführt. Nach der Abkalbung wurden die Tiere zwei Kraftfuttergruppen (Kon, Low) zugeteilt. In der hohen KF-Gruppe Kon stieg die Kraftfutteraufnahme von 2,5 kg TM (10 % KF i.d. Ration) in Laktationswoche 1 auf 7,2 kg TM (38 %) in Laktationswoche 5 an. In Low stieg diese von 1,4 (10 %) auf 3,8 kg TM (24 %) an.
Vor der Abkalbung wurde kein signifikanter Wocheneffekt auf die Vormagen-pH-Werte festgestellt. Es zeigten sich jedoch bedeutende kuhindividuelle Unterschiede im pH-Wertniveau. Nach der Abkalbung wurde kein signifikanter Effekt des Kraftfutterniveaus (Kon, Low) auf den pH-Mittelwert (6,35) und das pH-Maximum (6,67) festgestellt. Das pH-Minimum unterschied sich zwar signifikant zwischen Kon und Low, die absoluten Werte lagen jedoch nahezu auf gleichem Niveau (6,02 und 6,04 für Kon und Low). Das pH-Wertniveau vor der Abkalbung beeinflusste signifikant die pH-Werte in den folgenden sechs Laktationswochen. Tiere welche mit niedrigerem pH-Wert zur Abkalbung kamen wiesen auch einen niedrigeren pH-Wert nach der Abkalbung auf und zeigten stärkere kurzfristige pH-Wert Schwankungen.

Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass bei wiederkäuergemäßer Rationsgestaltung und langsamer und begrenzter Kraftfuttersteigerung nach der Abkalbung aus pansenphysiologischer Sicht keine Anfütterung mit Kraftfutter vor der Abkalbung erforderlich ist. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung weiterer Forschungen zu kuhindividuellen pansenphysiologischen Unterschieden.

Schlagwörter: Milchkühe, Übergangsfütterung, Vormagen pH, Kraftfutter, Anfütterung

Summary

The effects of two concentrate levels on reticuloruminal pH values of lactating cows receiving no concentrate before parturition was determined. An indwelling wireless data transmitting system for continuous pH measurement was given to 9 heifers and 11 cows orally 2 weeks before expected calving. All animals were fed with hay and grass silage, no concentrate was fed before parturition. After parturition cattle were assigned to one of two concentrate supplementation levels (Kon, Low). In group Kon the concentrate intake per cow increased from 2.5 kg DM in week 1 (17 % concentrate of DMI) to 7.2 kg in week 5 (38 % concentrate) and in group Low from 1.4 kg in week 1 (10 % concentrate of DMI) to 3.8 kg DM in week 5 (24 % concentrate).Before parturition no significant effects of week on daily mean pH was found but pH values varied between the animals. After parturition there were found no diet effects on daily mean pH and max. pH values (6.35 and 6.67, resp.). The min. pH differed significantly between Kon and Low but the absolute levels were almost equal (6.02 and 6.04, resp.). Cattle coming with lower pH levels to parturition showed lower mean pH and min. pH values had severe short term fluctuations of H_3O^+-ion concentrations in reticulorumen and had a longer time span with pH values below 6.2 over the whole studied lactation period. The results indicate that under ruminant adequate feeding conditions transit-feeding strategies containing concentrate before calving are not necessary due to adapt rumen environment to the post-calving diet. The results of the present study emphasize the importance of further research on rumen environment, fermentation and metabolism considering individual cattle variability.

Keywords: dairy cows, transition feeding, rumen pH, concentrate

[1] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-8952 Irdning
[2] Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien
[3] HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit, A-8952 Irdning
[*] Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

Einleitung und Zielsetzung

Eine wiederkäuergemäße Fütterung trägt zur Sicherung der Tiergesundheit, Leistung und Langlebigkeit bei. Das Niveau bzw. tageszeitliche Veränderungen im pH-Wert der Vormägen sind wichtige Indikatoren zur Beurteilung der Fütterung (Gasteiner et al. 2011). Der Geburtszeitraum ist für Milchkühe besonders kritisch. Hier fällt die Umstellung von der Trockensteh- zur Laktationsphase zumeist mit einem bedeutenden Futterwechsel zusammen. Um eine langsame Futterumstellung zu erreichen, erfolgt in Hochleistungsherden üblicherweise bereits vor der Abkalbung eine 2-4 wöchige Anfütterung mit Kraftfutter (KF). Im Gegensatz dazu verzichten Low-Input bzw. biologisch wirtschaftende Betriebe teilweise auf eine KF-Fütterung vor der Abkalbung. Mit dieser Strategie streben sie eine Reduzierung der Milchleistung sowie des KF-Ergänzungsbedarfs in den ersten Lebenswochen an. In der vorliegenden Studie sollte der Effekt von zwei KF-Niveaus auf den Vormagen pH-Wert von frischlaktierenden Kühen bei Verzicht auf KF-Anfütterung in der Trockenstehzeit geprüft werden.

Tiere, Material und Methode

Die Untersuchung wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in A-8951 Trautenfels durchgeführt. Die Daten wurden im Rahmen eines zweijährigen Versuches zur Untersuchung des Effektes einer reduzierten KF-Versorgung von Milchkühen zweier genetischer Herkünfte erhoben (Horn et al. 2014).

Im zweiten Versuchsjahr (November 2012 bis März 2013) wurden 20 Tiere (8 Kalbinnen und 12 Milchkühe; davon 12 Holstein Friesian und 8 Braunvieh) zwei Wochen vor dem erwarteten Abkalbetermin zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Vormagensystem Mess-Sensoren (smaXtec®-GmbH. Graz) eingegeben. Das Messintervall betrug 600 Sekunden, die Messwerte wurden kabellos über Funk ausgelesen. Während des gesamten Versuchszeitraums (zwei Wochen vor erwarteter Abkalbung bis Ende 6. Laktationswoche) wurden alle 20 Tiere entsprechend dem Versuchsplan gehalten und gefüttert. In der Trockenstehzeit (Kühe) bzw. zumindest ab dem 50. Tag vor dem erwarteten Abkalbetermin (Kalbinnen), erhielten alle Versuchstiere täglich eine Ration bestehend aus Heu (4,4 kg TM) und Grassilage (*ad libitum*). Es erfolgte in der gesamten Trockenstehzeit keine KF-Ergänzung.

Zu Beginn des Versuches wurden die Tiere beider Rassen gleichmäßig einer von zwei KF-Gruppen in der Laktationsphase zugeteilt. Das Kraftfutter setzte sich aus 52 % Gerste, 20 % Mais, 5 % Hafer und 23 % Erbsen zusammen (8,1 MJ NEL, 5,4 % XF, 18,8 % NDF). Für die Kontrollgruppe (Kon) wurde die KF-Menge vom 1. bis zum 21. Laktations-

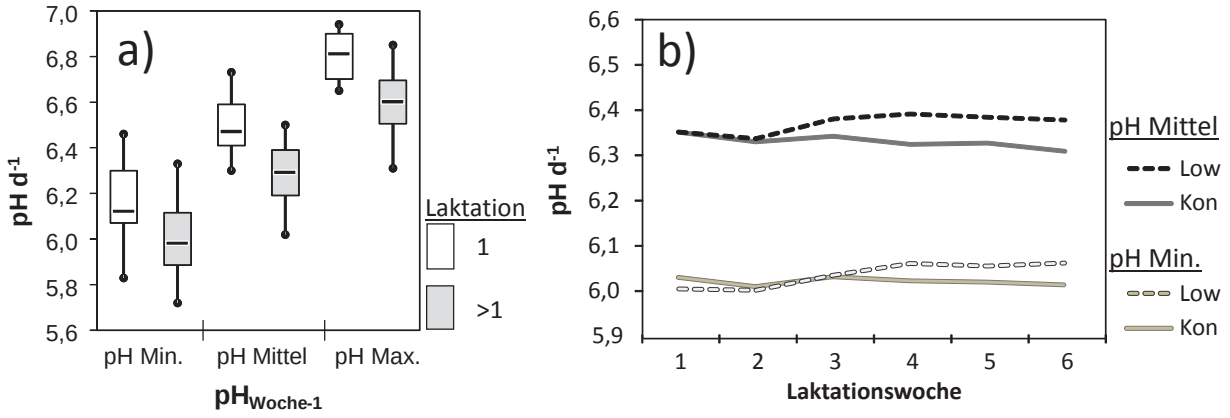


Abbildung 1: **a) Boxplot zum pH-Minimum, -Mittelwert und -Maximum in der letzten Woche vor der Abkalbung für Kalbinnen (Laktation 1 p.p.) bzw. Kühe (Laktation >1 p.p.); b) Verlauf von pH-Minimum und pH–Mittelwert von Laktationswoche 1–6 für die KF-Gruppen Kon und Low**

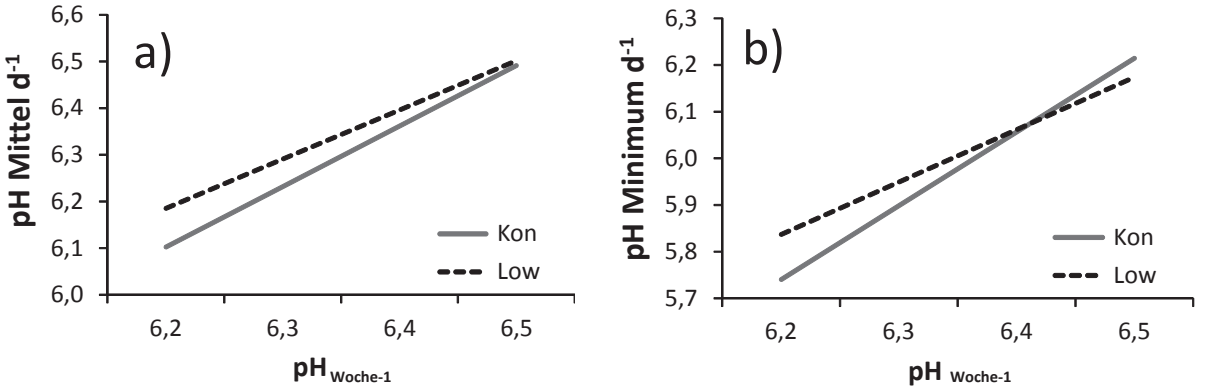


Abbildung 2: **Einfluss des pH-Wertes vor der Abkalbung ($pH_{Woche-1}$) auf pH-Mittelwert (a) und pH-Minimum (b) nach der Abkalbung (Laktationswoche 1–6)**

Tabelle 1: **LS-Means für die Kraftfuttergruppen und Laktationsgruppen zu Laktationsbeginn (Laktationswoche 1–6)**

	KF-Gruppe		Laktationsgruppe		
	Kon	Low	1	>1	s_e
Kraftfutter, kg TM	5,63[a]	2,89[b]	4,27	4,25	0,38
Futteraufnahme, kg TM	17,49[a]	15,27[b]	14,67[B]	18,10[A]	1,07
Nettoenergie, MJ NEL	117,2[a]	98,2[b]	97,1[B]	118,4[A]	7,4
Rohprotein, g/kg TM	138	140	141	138	3
Rohfaser, g/kg TM	191[b]	215[a]	197[B]	209[A]	5
NDF, g/kg TM	382[b]	406[a]	382[B]	406[A]	12
NFC, g/kg TM	377[a]	337[b]	369[A]	345[B]	11
Milch, kg	27,28	24,67	23,63[B]	28,31[A]	1,54
Milch Eiweiß, %	3,31	3,23	3,21	3,32	0,12
Milch Fett, %	4,08[b]	4,48[a]	4,16	4,40	0,31
pH Mittelwert	6,33	6,37	6,32	6,38	0,06
pH Minimum	6,02[b]	6,04[a]	5,98[B]	6,08[A]	0,07
pH Maximum	6,65	6,69	6,66	6,68	0,05
pH < 6,2, Minuten/Tag	376	284	306	354	112

tag von 2 auf 7,5 kg TM gesteigert und danach für 2 Wochen konstant auf 7,5 kg TM gehalten. Anschließend erfolgte die KF-Zuteilung milchleistungsabhängig (Tagesmilchleistung >16 kg - zusätzliche 0,5 kg TM KF je 1 kg Milchmehrleistung). Die maximale KF-Menge pro Kuh und Tag war mit 7,5 kg TM begrenzt. Die Tiere der Versuchsgruppe (Low) hingegen erhielten lediglich 50 % der KF-Menge der Gruppe Kon. Die KF-Fütterung erfolgte mit Hilfe einer Transponderstation, pro Teilgabe wurden maximal 1,5 kg KF vorgelegt. Während der Versuchsphase hatten die Kühe beider Gruppen freien Zugang (5 % Futterrest angestrebt) zu Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs, 6,2 MJ NEL, 25,2 % XF, 45,2 % NDF) und erhielten zusätzlich 4,4 kg TM Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs, 5,7 MJ NEL, 25,7 % XF, 46,9 % NDF) pro Tag vorgelegt. Das Grundfutter (Heu, Grassilage) wurde in zwei Rationsgängen, beginnend mit Heu, jeweils nach den zweimal täglichen Melkungen (6:15-7:30 bzw. 16:15-17:30 Uhr) frisch vorgelegt. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell mit Hilfe von Calan-Türen ab zwei Wochen vor dem erwarteten Abkalbetermin bis zum Versuchsende an fünf Tagen pro Woche täglich erhoben. Während der gesamten Laktation wurde die Milchmenge täglich elektronisch gemessen und dreimal wöchentlich wurden Milchproben zur Bestimmung von Milchinhaltsstoffen gezogen. Zur Ermittlung des Nährstoff- und Energiegehalts wurden Grassilage, Heu und KF monatlich beprobt.

Da 7 Tiere frühzeitig abkalbten standen für die vorletzte Woche vor der Abkalbung nur 13 Futteraufnahme- bzw. pH-Wert-Datensätze zur Verfügung. Für die statistischen Auswertungen wurden die Milchleistung-, Milchinhaltsstoff-, Futteraufnahme- und Vormagen-pH-Daten in jeweilige Wochenmittel zusammengefasst. Die kuhindividuellen Wochenmittelwerte wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 mit einem gemischten Modell ausgewertet. Als fixe Effekte wurden KF-Gruppe (Kon, Low), Laktationsklasse (1; >1), Laktationswoche (1 bis 6) und als wiederholte Messung die Kuh innerhalb Woche berücksichtigt (Freiheitsgradschätzung: Kenward-Rodger). Da die Rasse keinen signifikanten Einfluss zeigte, wurde diese im Modell nicht berücksichtigt. Um den tierindividuellen Effekt des mittleren pH-Wert-Niveaus vor der Abkalbung ($pH_{Woche-1}$) auf die Vormagen-pH-Werte nach der Abkalbung zu ermitteln, wurde dieser als lineare kontinuierliche Variable sowie die Wechselwirkungen mit der KF-Gruppe und Laktationswoche, im gemischten Modell berücksichtigt. In der Ergebnistabelle sind die LS-Means für die KF-Gruppe und die Laktationsgruppen sowie die Residual-standardabweichungen (s_e) angegeben. Siginfikante Unterschiede (P<0,05) sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben für die Haupteffekte gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Vor der Abkalbung wiesen die Kühe mit 6,30 im Vergleich zu den Kalbinnen mit 6,50 im Mittel signifikant niedrigere pH-Werte auf (Abbildung 1a). Trotz einheitlicher Fütterung variierten die pH-Werte vor der Abkalbung deutlich zwischen den Tieren. Obwohl keine Anfütterung mit KF erfolgte, wurden nach der Abkalbung keine signifikanten Unterschiede zwischen den KF-Gruppen festgestellt (Tabelle 1, Abbildung 1b). Die pH-Werte lagen in beiden Gruppen mit durchschnittlich 6,35 im pansenphysiologischen Bereich, es bestand kein Risiko für subakute Pansenübersäuerungen (Zebeli et al. 2008). Der signifikant geringere minimale pH-Wert der erstlaktierenden Tiere kann auf den höheren KF-Rationsanteil und damit verbundenen größeren pH-Schwankungen zurückgeführt werden. Das pH-Wertniveau vor der Abkalbung beeinflusste die Vormagen pH-Werte nach der Abkalbung signifikant (Abbildung 2). Tiere welche mit geringerem pH-Wert zur Abkalbung kamen wiesen einen geringeren pH-Wert nach der Abkalbung auf und zeigten stärkere kurzfristige pH-Wert Schwankungen. Diese Ergebnisse unterstützen die zunehmend diskutierte Theorie, wonach deutliche kuhindividuelle Unterschiede hinsichtlich Pansenstoffwechsel, Mikrobenpopulation und Risiko für das Auftreten von Pansenübersäuerungen bestehen (Beauchemin und Penner 2014).

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass bei wiederkäuergemäßer Rationsgestaltung und langsamer und begrenzter Kraftfuttersteigerung nach der Abkalbung aus pansenphysiologischer Sicht keine Anfütterung mit Kraftfutter vor der Abkalbung erforderlich ist. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung weiterer Forschungen zu kuhindividuellen pansenphysiologischen Unterschieden.

Literatur

Beauchemin K.A., Penner G. (2014): New developments in understanding ruminal acidosis in dairy cows. http://www.extension.org/pages/26022/new-developments-in-understanding-ruminal-acidosis-in-dairy-cows#.U9jm79c6Cnw (visited August 2014)

Gasteiner J., Guggenberger T., Fallast M., Rosenkranz S., Häusler J., Steinwidder A. (2011): Continuous and long term measurement of ruminal pH in grazing dairy cows by an indwelling and wireless data transmitting unit. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation; Grassland Science in Europe, Volume 16, 244-246.

Zebeli Q., Dijkstra J., Tafaj M., Steingass H., Ametaj B.N., Drochner W. (2008): Modelling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. Journal of Dairy Science 91, 2046-2066.