

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

16. November 2023

HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Irdning-Donnersbachtal 2023

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein-Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

Für den Inhalt verantwortlich: Die AutorInnen

Fotonachweis: Wolfgang Angeringer (S. 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90),
Stefan Bischof (S. 94)

Gestaltung: Veronika Winner

ISBN: 978-3-903452-04-6

Alle Rechte vorbehalten

Irdning-Donnersbachtal 2023

Inhaltsverzeichnis

Farm4more – Demonstrationsanlage Grüne Bioraffinerie	5
Michael Mandl	
Erträge und Verluste sowie Futter- und Gärqualitäten aus der Bioraffinierung von Rotklee und Rotklee-Grassilage	9
Reinhard Resch, Manuel Winter, Michael Mandl, Andreas Steinwidder, Joseph B. Sweeney und Kevin McDonnell	
Einsatz von Rotklee-grassilage-Presskuchen aus der Bio-Raffinierung in der Bio-Milchviehfütterung	19
Manuel Winter, Andreas Steinwidder, Michael Mandl, Georg Terler, Reinhard Resch, Joseph B. Sweeney und Kevin McDonnell	
Prüfung des Silage-Presssaftkonzentrats unter biologischen Hühnermastbedingungen	31
Manuel Winter, Andreas Steinwidder, Michael Kropsch, Michael Mandl, Reinhard Resch und Joseph B. Sweeney	
Poster - Prüfung des Potenzials von Futterkohle (Biochar) zur Reduktion der Methanemissionen in der Milchviehhaltung	45
Georg Terler, Ernst Holler, Manuel Winter, Michael Mandl, Andreas Steinwidder, Joseph B. Sweeney und Kevin McDonnell	
Poster - Wirkung von Futterkohle (Biochar) auf Leistung und Emissionen in der Hühnermast	47
Manuel Winter, Ernst Holler, Michael Kropsch, Andreas Steinwidder, Michael Mandl, Georg Terler, Reinhard Resch, Joseph B. Sweeney und Kevin McDonnell	
Das KLEEKRAFT-Konzept - Ein nachhaltiger Beitrag zur regionalen Eiweißversorgung	49
Manuel Böhm	
Überlegungen zur Zukunftsfähigkeit der Bio-Nutztierhaltung	53
Werner Zollitsch	
Bio-Milchviehzucht - Meine Empfehlungen auf wissenschaftlicher Basis	59
Alfred Haiger	
Organische Dünger von Tieren und Bodenfruchtbarkeit - Ergebnisse aus 42 Jahren DOK-Versuchen	69
Hans-Martin Krause	

Klimaanpassung - Was kann ich am Hof tun?	75
Andreas Steinwider	
So bereite ich meine Beratungsbetriebe auf den Klimawandel vor	77
Wolfgang Angeringer	
Meine Klimaanpassung am Hof	91
Betrieb Stefan Bischof	
Bio-Seminarreihe für Lehrkräfte - Wir machen uns auf den Weg	95
Johann Gaisberger	
Bio EDU nutzen	97
Markus Danner	

Farm4more – Demonstrationsanlage Grüne Bioraffinerie

Michael Mandl^{1*}

Im Zuge des EU-LIFE Farm4more Projekts wird in Österreich ein industrieller Prototyp zur Verarbeitung von Gras/Klee/Luzerne errichtet. Diese Grüne Bioraffinerie erzeugt aus dem silierten Rohstoff flüssige Nährstoffkonzentrate, welche für die Fütterung von Monogastria eingesetzt werden können, sowie eine Faserfraktion, welche für die Fütterung von Wiederkäuern geeignet ist. Die Demonstrationsanlage Grüne Bioraffinerie entsteht in der Gemeinde Japons im Waldviertel in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Biogasanlage, die von Landwirten betrieben wird. Bei Vollaustlastung können ca. 10.000 t/a Silage verarbeitet werden. Durch den Einsatz von siliertem Gras/Klee/Luzerne Gemischen kann die Anlage ganzjährig betrieben werden und ist somit nicht auf die Vegetationsperiode beschränkt. Die Ansiedelung in unmittelbarer Nähe zur der bestehenden Biogasanlage Japons wurde bewusst gewählt, um Synergiepotentiale zu generieren. Die Biogasanlage stellt die erforderliche Energie (Prozesswärme und Strom aus dem BHKW) für den Betrieb der Bioraffinerie zur Verfügung. Die Prozessnebenströme der Bioraffinerie können in der Biogasanlage unmittelbar zur Herstellung von Strom & Wärme sowie Dünger verwertet werden. Weitere Synergien entstehen durch die vorhandene Brückenwaage, Siloplatte zu Lagerung des Rohstoffs sowie gemeinsame Nutzung des Radladers zur Manipulation des Rohstoffs.

Die Kombination der Grünen Bioraffinerie und der Biogasanlage stellt ein kaskadisches Nutzungskonzept dar: Zuerst erfolgt eine stoffliche Nutzung der Silage zur Gewinnung von Futtermitteln, danach die energetische Verwertung des Rohstoffs zur Herstellung von Energie. Vor der Implementierung der Bioraffinerie wurde mit dem Betreiber der Biogasanlage, der BIO-Energie aus Japons, eine langfristige Kooperation zur Sicherstellung der betrieblichen Synergieeffekte sowie der Versorgung mit biozertifizierten Rohstoffen vereinbart.

Rohstoffversorgung

Der erforderliche Rohstoff für den Betrieb der Bioraffinerie wird von Landwirten der Region produziert, welche bereits gegenwärtig Biomasse für die Biogasanlage liefern. Durch den hohen Anteil biozertifizierter Landwirtschaftsbetriebe in der Region ist ein Fruchtfolgezyklus, welcher Bio-Klee/Gras oder Bio-Luzerne/Gras beinhaltet, im ausreichenden Maß etabliert. Die Mahd, die Feldräumung mittels Feldhäcksler sowie der Biomassetransport mittels Abschieber-Gespanne wird von den Bauern in gemeinsamen Silierungskampagnen organisiert. Beim Einsilieren werden je nach Aufwuchs ca. 2.500-4.000t Frischmasse pro Kampagne einsiliert. Zur Sicherstellung qualitativ hochwertiger Produkte der Bioraffinerie ist eine hohe Silagequalität erforderlich. Etwaige Fehlgärungen können die Wertigkeit des Produkts deutlich mindern.

Bioraffinerie Prozess und Produkte

In der Bioraffinerie erfolgt zu Beginn der Prozesskette eine Vorzerkleinerung, Fremdstoffabscheidung sowie eine optionale Nachjustierung des TS-Gehaltes der Silage. Mittels einer mechanischen fest-flüssig Trennung (Pressung) erfolgt die Gewinnung eines wässrigen Extraktes, welches als „Rohsaft“ für die folgende Wertstoffgewinnung verwendet wird. Durch die Abtrennung von Protein bzw. Polypeptiden/Aminosäuren sowie organischer Säuren und mineralischer Komponenten wird die Zusammensetzung

¹ tbw research GesmbH, Grünbergstraße 15, A-1120 Wien

* Ansprechpartner: DI Michael Mandl, email: m.mandl@tbwresearch.org

der Produktlösungen für verschiedene Anwendungsbereiche eingestellt. Als finaler Prozessschritt erfolgt die Eindickung der Produktlösung mittels Vakuumdestillation zur Herstellung eines Konzentrats (50%-70%TS), damit eine gute Lagerfähigkeit erreicht wird. Die zentrale Herausforderung im Zusammenhang mit der Aufbereitung des Extraktes liegt in der Einstellung der erforderlichen Produktqualität bei gleichzeitiger Minimierung des dazu erforderlichen Prozessaufwandes sowie der damit verbundenen Prozesskosten.

Das Nährstoffkonzentrat kann beim Einsatz von flüssig- Einbringsystemen von Futter (z.B. Schwein) direkt eingesetzt werden. Für die Herstellung von Futterpellets (z.B. Huhn) ist die Einmischung des Konzentrates vor dem Pelletieren erforderlich.

Beim Extraktionsprozess (Pressen) fällt in der Bioraffinerie als Nebenprodukt ein fester „Presskuchen“ mit Trockenmassegehalten von 38%-45%TS an. Aufgrund der Zusammensetzung ist der Presskuchen sehr gut als Wiederkäuerfutter einsetzbar. Die Eignung des Presskuchens für den Futtereinsatz bei Milchkühen wurde an der HBLFA Rauberg-Gumpenstein sowie am UCD- University College Dublin in Fütterungsversuchen konkret untersucht. Die Ergebnisse, welche separat veröffentlicht werden, unterstreichen die grundsätzliche Eignung des Presskuchens als Wiederkäuerfutter bei Einmischraten im Bereich von 25%-50% der Raufuttermenge. Für die Verwendung als Futter ist die Lagerfähigkeit des Silage-Presskuchens eine wichtige Fragestellung. Im Rahmen des Projekts Farm4more wurden Re-Silierungsversuche im Großballen-Maßstab gemeinsam mit der HBLFA-Gumpenstein durchgeführt. Es zeigte sich, dass eine gute Konservierung des Presskuchens durch Nachbildung von Milchsäure im Zuge der Re-Silierung erreicht werden konnte.

Szenarien der Einbettung der Grünen Bioraffinerie in Regionen

In einer Grünen Bioraffinerie fallen je nach Intensität der Extraktion ca. 70%-80% der eingesetzten Trockenmasse im Presskuchen an. Daher ist die unmittelbare Verwertung dieser Faserfraktion ein Schlüsselparame-ter für Implementierungsszenarien. Für die Verwertung des Presskuchens gibt es mehrere Optionen, insbesondere:

1. Als Futter - direkt als Frischmasse oder re-siliert; optional getrocknet und pelletiert.
2. Als Rohstoff für die Erzeugung von Biogas.
3. Als Grasfaser für spezifische industrielle Faseranwendungen.

Die Verwertung des Presskuchens als Rohstoff für den Biogasprozess ist technisch und organisatorisch einfach umsetzbar. Dies ist auch der Grund, warum die Farm-4more Demonstrationsanlage an einer Biogasanlage angelagert ist. Experimentelle Untersuchungen mittels üblicher Testverfahren ergaben für den Presskuchen einen spezifischen Biogasertrag von $288 \text{ Nm}^3/\text{t}_{\text{OTS}}$, dies entspricht 88% des spezifischen Biogasertrages der Ausgangssilage.

Die Verwertung des Presskuchens als Futter wird in der betrieblichen Praxis einer Bioraffinerie weitaus komplexer eingestuft. So liegt beispielsweise der tägliche Presskuchenanfall in der Farm4more Demonstrationsanlage im Bereich von 20-25tFM/d. Für den konkreten Futtermiteinsatz des Presskuchens wird eine Vielzahl von Abnehmern in der Region sowie eine Konservierung und Lagerhaltung benötigt. Dies ist auch der Grund dafür, dass der Presskuchen der Demonstrationsanlage primär in der Biogasanlage Japons verwerten wird. Die Nutzung des Presskuchens als Futter wird parallel schrittweise hochgefahren, da entsprechende Absatzkanäle erst Zug um Zug erschlossen werden.

Die Verwertung des Presskuchens als „Naturfaser“ für industrielle Faseranwendungen ist eine wichtige Zukunftsoptionen. Gegenwärtig fehlen für die konkrete industrielle Verwertung der Grasfaserfraktion allerdings die technisch und wirtschaftlich abgesicherte Machbarkeit für spezifische Einsatzbereiche.

Bei allen Betreibermodellen nimmt die Produktion sowie die Rohstofflogistik eine zentrale Rolle ein. Für die Produktion des für den Betrieb der Bioraffinerie erforderlichen Rohstoffs ist ein **regionales Einzugsgebiet** erforderlich, welches insbesondere kurze

Transportwege ermöglichen sollte. Lange Transportwege sind weder wirtschaftlich noch aus der Sicht der Nachhaltigkeit sinnvoll. Somit bestimmt die regionale Raumausstattung eines Einzugsgebietes die Transportlogistik sowie die Größe einer Grünen Bioraffinerie. In Anbetracht dieser Rahmenbedingungen wird eine Transportstrecke < 20km sowie eine Verarbeitungskapazität < 30.000t/a FM-Silage als sinnvoller Maßstab empfohlen. Aus dem Blickwinkel der regionalen Raumausstattung ist die Etablierung einer Grünen Bioraffinerie in folgenden Regionen eine Option:

1. Region mit hohem Anteil an Bio-Feldfrucht Anbau, da diese üblicher Weise Leguminosen zur Stickstoffbindung im Fruchtwechsel integriert haben. Die Kombination mit dem Biogasprozess zur Verwertung des Presskuchens bietet sich an, da in typischen Ackerbauregionen die Viehwirtschaft meist geringfügig ausgeprägt ist.
2. Grünlandregionen mit dominierender Viehhaltung bzw. Milchproduktion. Diese Option verspricht einerseits gute Silagequalität und kann auch die direkte Anwendung des Presskuchens als Futter ermöglichen. Für dieses Szenario ist eine komplexe Organisationsaufgabe im Zusammenhang mit dem Transport von Silagerohstoff sowie Presskuchen vorhersehbar.
3. Die Grüne Bioraffinerie kann zusätzlich ein Szenario für Regionen sein, die über einen hohen Grünlandanteil verfügen, welcher allerdings unzureichend genutzt wird (z.B. als Folge des Strukturwandels in der Landwirtschaft). In diesem Szenario ist der Landwirt primär ein Rohstoffproduzent für die Bioraffinerie, welcher die Mahd, die Silierung von Gras/Klee/Luzerne sowie den Transport übernimmt. Dies könnte für manche landwirtschaftliche Betriebe ein mögliches Erwerbsmodell ohne Milch/Viehwirtschaft eröffnen, welches sich gut mit dem Nebenerwerb kombinieren ließe.

Weiterer Ausblick

Die Farm4more Demonstrationsanlage ist eine industrielle Prototypenanlage, welche die Produkte der Grünen Bioraffinerie ab Juli 2024 am Markt einführen wird. Weitere Optimierung der Bioraffinerie Prozesspfade sowie der Produktqualität ist zu erwarten. Der Schwerpunkt liegt in der Herstellung von biozertifizierten Protein-Hydrolysaten für die Futteranwendung, der Einsatz für die menschliche Ernährung ist hierbei eine Zukunftsoption.

Informationen zur Demonstrationsanlage Japons: www.bionorum.com



Der Autor bedankt sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu



Roinn Cumarsáide, Gníomhachtaíocht
ar son na hAeráide & Comhshaoil
Department of Communications,
Climate Action & Environment

Erträge und Verluste sowie Futter- und Gärqualitäten aus der Bioraffinierung von Rotklee und Rotklee-Grassilage

Reinhard Resch^{1*}, Manuel Winter¹, Michael Mandl², Andreas Steinwidder¹, Joseph. B Sweeney³ und Kevin McDonnell³

Zusammenfassung

Im Forschungsprojekt Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195) wurden im Arbeitspaket C.5.1 drei verschiedene Arten von vorgewelktem Grünlandfutter aus dem 1. Aufwuchs (Vorversuch 2020: 1 – grasreich; Hauptversuch 2021: 2 – Gras/Rotklee-Gemenge („Kleegras“), 3 – Rotklee) in Rundballen einsiliert und nach der Vergärung mit einer praxiskonformen Schneckenpresse bioraffiniert. Ziel der Arbeit war einerseits die stoffliche Bilanzierung von TM und Inhaltsstoffen durch flächenbezogene quantitative Bewertung von Stoffströmen vom Pflanzenbestand zum Zeitpunkt der Mahd, über Ernte- und Konservierungsverluste, Fraktionierung aus der Bioraffinierung (Presssaft und Presskuchen) bis hin zu weiteren Prozessverlusten durch erneute Silierung des Presskuchens. Außerdem wurde der Frage nachgegangen, inwieweit der faserreiche Presskuchen, der als Rückstand der Bioraffinierung neuerlich siliert wurde, konservierungsmäßig und in der Wiederkäuerfütterung funktioniert.

Die Ertragserhebungen auf den Grünlandflächen der HBLFA-Außenstelle in Lambach ergaben für Rotklee-Gras 3.033 kg (Kleegras) bzw. für Rotklee 2.795 kg TM-Bruttoertrag/ha für den 1. Aufwuchs. Bezogen auf ein Hektar Fläche waren die Feldverluste mit 84 bis 91 kg TM/ha zu beziffern. Die durchschnittlichen Fermentationsverluste in den Silorundballen betrugen nach zumindest sechswöchiger Gärdauer bei Rotklee-Gras 322 kg und bei Rotklee nur 19 kg Trockenmasse bzw. 10 % bei Rotklee-Gras und 1 % bei Rotklee. Die Bioraffinierung der Silagen erfolgte nach kontrollierter Anwässerung des Materials im Mischwagen auf 230 g TM/kg FM in Gumpenstein mit einer Schneckenpresse (Typ: Bellmer/Kufferath Akupress X250). Die TM-Gehalte der Grassilagen unterschieden sich vor der Anwässerung signifikant voneinander. Die Pressung der angewässerten Grassilagen führte zu einer einheitlichen Anhebung des TM-Gehaltes in den Presskuchen auf rund 370 g/kg FM. Von einem Hektar Rotklee-Gras wurde insgesamt 669 kg Presssaft und bei Rotklee 746 kg Presssaft unter den vorherrschenden Bedingungen erzeugt. Bezogen auf das Grünfutter am stehenden Bestand wäre das ein Saftertrag von 22 % bzw. 27 %. Auf die Grassilage bezogen machte die Saftausbeute 26 % bzw. 28 % aus. Bei der festen re-silierten Presskuchen-Fraktion konnten 68 % bei Kleegras bzw. 69 % bei Rotklee gewonnen werden. Somit ergaben sich TM-Verluste bei der Pressung von 174 kg TM/ha (6,6 %) beim Kleegras und 99 kg TM/ha (3,7 %) beim Rotklee. Die gesamten TM-Verluste vom Grünfutter vor der Ernte bis zum fertigen Futtermittel betrugen insgesamt 620 kg TM/ha (20,4 %) bei Kleegras und 163 kg TM/ha (5,8 %) bei Rotklee. Vom gesamten Rohprotein (XP) aus der Silage konnten durch die Bioraffinierung rund 36 % in den Presssaft überführt werden und ca. 54 % verblieben im Presskuchen. Der frische Presssaft enthielt 204 bis 208 g XP/kg TM. Gegenüber der Silage büßte der Presskuchen ca. 30 g XP/kg TM ein. Die Pressung bedingte XP-Verluste von 9,2 bis 10,3 %. Bezogen auf die Hektarerträge gingen bei Kleegras 24 % XP

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² tbw research GesmbH, Schönbrunner Str. 297, A-1120 Wien

³ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4, IE

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

und bei Rotklee 15 % XP bis zum fertigen Futter verloren. Die Prozessverluste während der Pressung an den essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin lagen im hohen Bereich von 30 bis 41 %. Anhand der vorliegenden Daten sind die Ursachen für diese hohen Verluste nicht ausreichend erklärbar. Daher ist hier unbedingt ein Forschungsbedarf gegeben, um mögliche Fehlerquellen zu ergründen.

Neutrale Detergenzienfaser (aNDFom) nahm anteilmäßig die größte Masse ein. Bis zum Ende der Gärung konnte eine geringfügige Reduktion festgestellt werden. In den Presssaft wurden keine Faserbestandteile aus der Silage überführt, daher verblieb die meiste Faser im Presskuchen. Der Effekt der Fraktionierung über die Futterpressung bewirkte im Presskuchen einen Anstieg der aNDFom-Gehalte um ca. 100 g/kg TM gegenüber der Silage. Die Massenbilanz für aNDFom ergab einen Gesamtverlust von 22 % NDF für Klee gras und 4 % für Rotklee.

Durch die Pressung der Silagen wurden 44 bis 47 % der Rohasche (XA) in den Presssaft transferiert, während 2 bis 7 % an XA bei der Bioraffinierung verloren gingen. Im Presskuchen reduzierten sich die XA-Gehalte gegenüber der Silage um ca. 30 g/kg TM. Beim Phosphor (P) waren die Gehaltswerte im Futter mit 2,9 bis 3,0 g/kg TM eher mäßig. Mit der Pressung gelangten 56 bis 58 % an P in den Presssaft und 5 bis 9 % gingen bei der Pressung verloren, sodass der Presskuchen nur mehr 1,5 bis 1,6 g P/kg TM enthielt. Beim Kupfer (CU) wurden nur rund 22 % in den Presssaft überführt, sodass im Presskuchen die Kupfergehalte höher waren als in der Silage.

Mit der Pressung wanderten 57 bis 62 % an Gärungsprodukten wie Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure, sowie Ethanol in den Presssaft, wodurch dieser sehr hohe Gehalte von 133 bis 192 g Gärprodukte/kg TM enthielt. Im frischen Presskuchen wurden die Summengehalte an Gärprodukten und auch der Zuckergehalt halbiert. Die Re-Silierung bewirkte eine ausgeprägte Milch- und Essigsäuregärung, welche die pH-Werte signifikant unter den kritischen pH-Wert senkte und für eine sehr gute Gärqualität sorgte. Durch die zweite Gärung wurde praktisch fast der gesamte Zucker und auch ein Teil der NFC der Presskuchen verbraucht.

Schlagwörter: Bioraffinierung, Qualität Presssaft und Presskuchen, Re-Silierung, Nährstoff-Bilanzierung, Prozessverluste

Summary

Concerning project Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195), three different types of pre-wilted grassland fodder from the first growth (preliminary trial 2020: 1 - grass-rich; main trial 2021: 2 - grass/red clover mixture („clover grass“), 3 - red clover) were ensiled in round bales and biorefined after fermentation with a screw press. The aim of the work was, on the one hand, the material balancing of DM and ingredients through area-related quantitative evaluation of material flows from the plant stand at the time of mowing, through harvesting and preservation losses, fractionation from the biorefining (press juice and press cake) up to further process losses through re-ensiling of the press cake. In addition, the question was investigated to what extent the fibre-rich press cake, which was ensiled again as a residue of biorefining, functions in terms of conservation and in ruminant feeding.

The yield surveys on the grassland areas of the AREC field station in Lambach

showed 3,033 kg (clover grass) for red clover and 2,795 kg DM gross yield/ha for the first growth. In relation to one hectare of area, the field losses were to be estimated at 84 to 91 kg DM/ha. The average fermentation losses in the silage round bales after at least six weeks of fermentation were 322 kg for red clover grass and only 19 kg dry matter or 10 % for red clover grass and 1 % for red clover. The biorefining of the silages was carried out after controlled watering of the material in the mixing wagon to 230 g DM/kg FM in Gumpenstein with a screw press (type: Bellmer/Kufferath Akupress X250). The DM contents of the grass silages differed significantly before watering. Pressing the watered grass silages resulted in a uniform increase of the DM content in the press cakes to about 370 g/kg FM. A total of 669 kg of pressed juice was produced from one hectare of red clover grass and 746 kg of pressed juice from red clover under the prevailing conditions. In relation to the green forage on the standing crop, this would be a juice yield of 22 % and 27 % respectively. In relation to the grass silage, the juice yield was 26 % and 28 %, respectively. In the case of the solid re-silaged press cake fraction, 68 % could be obtained with clover grass and 69 % with red clover. Thus, DM losses during pressing were 174 kg DM/ha (6.6 %) for clover grass and 99 kg DM/ha (3.7 %) for red clover. Total DM losses from pre-harvest green forage to finished feed were 620 kg DM/ha (20.4 %) for clover grass and 163 kg DM/ha (5.8 %) for red clover. Of the total crude protein (XP) from the silage, about 36 % could be transferred to the pressed juice through biorefining and about 54 % remained in the press cake. The fresh pressed juice contained 204 to 208 g XP/kg DM. Compared to the silage, the press cake lost about 30 g XP/kg DM. The pressing caused XP losses of 9.2 to 10.3 %. In relation to the yield per hectare, 24 % XP was lost in clover grass and 15 % XP in red clover until the finished forage. Process losses during pressing of the essential amino acids lysine, methionine and cystine were in the high range of 30 to 41 %. Based on the available data, the causes of these high losses cannot be adequately explained. Therefore, there is an urgent need for research to find out possible sources of error.

Neutral detergent fibre (aNDFom) took up the largest mass proportionally in the silage. A slight reduction was observed until the end of fermentation. No fibre components from the silage were transferred into the press juice, therefore most of the fibre remained in the press cake. The effect of fractionation via forage pressing caused an increase in the aNDFom content in the press cake by about 100 g/kg DM compared to the silage. The mass balance for aNDFom showed a total loss of 22 % NDF for clover grass and 4 % for red clover.

By pressing the silages, 44 to 47 % of the crude ash (XA) was transferred into the press juice, while 2 to 7 % of XA was lost during biorefining. In the press cake, the XA contents were reduced by approx. 30 g/kg DM compared to the silage. The phosphorus (P) content in the forage was rather moderate at 2.9 to 3.0 g/kg DM. With the pressing 56 to 58 % of P entered the pressed juice and 5 to 9 % were lost during pressing, so that the press cake contained only 1.5 to 1.6 g P/kg DM. In the case of copper (CU), only about 22 % was transferred into the press juice, so that the copper content in the press cake was higher than in the silage.

During pressing, 57 to 62 % of fermentation products such as lactic, acetic, propionic and butyric acid as well as ethanol migrated into the press juice, which contained very high levels of 133 to 192 g fermentation products/kg DM. In the fresh press cake, the total content of fermentation products and also the sugar content were halved. The re-silaging caused a pronounced lactic and acetic acid fermentation, which lowered the pH values significantly below the critical pH

value and ensured a very good fermentation quality. The second fermentation consumed practically all the sugar and also part of the NFC of the press cakes.

Keywords: biorefinery, quality of press juice and press cake, re-ensiling, balancing of nutrients, process losses

1 Einleitung

Der Bedarf an nachhaltigerer Futterproduktion und die Protein-Selbstversorgung werden wichtiger (EUROPEAN PARLIAMENT 2011), daher stößt in der Produktion von Proteinfutter auch die Fraktionierung von grüner Biomasse auf großes Interesse. Bioraffinerie ist nach KROMUS et al. (2004) ein nachhaltiges Processing von Biomasse in ein Spektrum von marktfähigen Produkten und Energie. Die Stickstoffverteilung zwischen Presskuchen und Proteinkonzentrat aus dem Presssaft ist stark von der Zusammensetzung des verwendeten Pflanzenmaterials (PIRIE, 1987) und den Prozessparametern abhängig (COLAS et al., 2013). Nach RINNE et al. (2018) können mit einer Doppelschneckenpresse maximal 40 % des Rohproteins aus Grassilagen in den Presssaft transferiert werden. Im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes **Farm4More (LIFE18CCM/IE/001195)** wurden im Arbeitspaket C.5.1 an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein drei verschiedene Arten von vorgewelktem Grünlandfutter (Vorversuch 2020: 1 – grasreich; Hauptversuch 2021: 2 – Gras/Rotklee gemenge („Kleegras“), 3 – Rotklee) in Rundballen einsiliert und nach der Vergärung mit einer praxiskonformen Schneckenpresse bioraffiniert. Mit der stofflichen Bilanzierung von TM und Inhaltsstoffen wurde eine flächenbezogene quantitative Bewertung von Stoffströmen vom Pflanzenbestand zum Zeitpunkt der Mahd, über Ernte- und Konservierungsverluste, Fraktionierung aus der Bioraffinerie (Presssaft und Presskuchen) bis hin zu weiteren Prozessverlusten durch erneute Silierung des Presskuchens durchgeführt. Außerdem befasst sich dieser Beitrag mit dem faserreichen Presskuchen, der als Rückstand der Bioraffinerie neuerlich siliert wurde und an Wiederkäuer verfüttert werden kann.

2 Material und Methoden

Das verwendete Grünlandfutter stammte vom 1. Aufwuchs von Flächen der Bio-Außenstelle Lambach (Oberösterreich) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Der TM-Bruttoertrag der Futterbestände wurde mit einem Quadratmeterrahmen erhoben. Das Erntegut wurde in Ballen gepresst und diese wurden mittels Hubwagen-Waage (Typ Kern VHB, Teilung 1 kg) gewogen und anschließend nach Gumpenstein transportiert. Die Rundballen wogen zwischen 900 bis über 1.000 kg, lagerten zumindest 6 Wochen und wurden vor der Pressung in einem Mischwagen mit Vertikalschneidwerk 30 Minuten gemischt und auf ca. 5 cm theoretische Häcksellänge zerkleinert. Von der Mischung wurde der TM-Gehalt mit der Mikrowellen-Methode nach LOSAND und WALDMANN (2003) bestimmt und die erforderliche Wassermenge zur Verdünnung auf 230 g TM/kg FM berechnet. Die erforderliche Wassermenge wurde während des Mischvorganges in die Silage eingebracht. Nach der Pressung mit einer Schneckenpresse (Typ: Bellmer/Kufferath Akupress X250) wurden jeweils ca. 45 kg vom frischen Presskuchen in 60 Liter Weithalsfässer aus Kunststoff einsiliert. Die durchschnittliche Lagerungsdichte in den Fässern betrug 275 bis 281 kg TM/m³. Die Behälter wurden mit einem Kunststoffdeckel mit Metallspanner luftdicht abgeschlossen. Die Lagerung der befüllten Fässer erfolgte bei ca. +20 °C bis zur Siloöffnung. Die Lagerungsdauer betrug im Vorversuch (2020) 62 Tage und im Hauptversuch (2021) 52 bis 56 Tage. Die Probeziehung an den Inhalten der geöffneten WHF-Behälter erfolgte vertikal von oben nach unten mittels Edelstahl-Stechzylinder (Durchmesser 5 cm) und 2 Einstichen je Behälter. Die Mischprobe jeder Variante (4 Fässer × 2 Einstiche) wurde sofort gekühlt. Anschließend erfolgte die weitere

Probenvorbereitung je nach Analysenmethode. Die chemischen Analysen wurden nach VDLUFA-Methodenbuch III (1976) durchgeführt. Die validierten Daten wurde mit Hilfe des Statistikprogrammes Statgraphics Centurion XVII (Version 17.1) varianzanalytisch verrechnet. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode Tukey- HSD auf p-Niveau 95 % angestellt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ertragserhebungen auf den Grünlandflächen ergaben für Rotklee gras 3.033 kg („Klee gras“) bzw. für Rotklee 2.795 kg TM-Bruttoertrag/ha für den 1. Aufwuchs. Die Erntebedingungen konnten als gut bezeichnet werden, daher wurden hier durchschnittliche Feldverluste von 3 % (STEINHÖFEL 2020) unterstellt. Bezogen auf ein Hektar Fläche waren die Feldverluste mit 84 bis 91 kg TM/ha zu beziffern. Die durchschnittlichen Fermentationsverluste betragen bei Klee gras 322 kg und bei Rotklee nur 19 kg Trockenmasse (Abbildung 1) bzw. 10 % bei Klee gras und 1 % bei Rotklee (Abbildung 2). Bezugnehmend auf den Prozess der Bio raffinerung mit Pressung des Gär futterers in eine flüssige und eine feste Fraktion, wurden von einem Hektar Klee gras (1. Aufwuchs) insgesamt 669 kg Presssaft und bei Rotklee 746 kg Presssaft

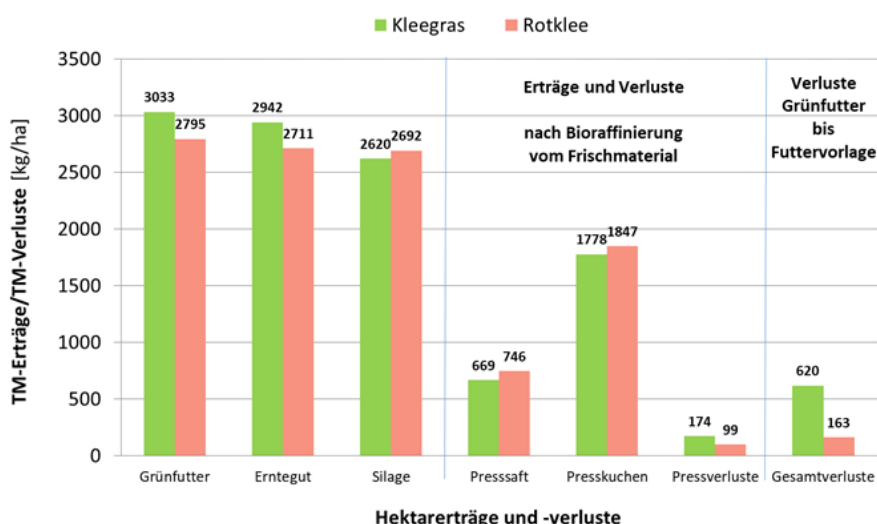


Abbildung 1: Absolute Erträge/Verluste an Trockenmasse durch Futterernte, Silierung und Bio raffinerung

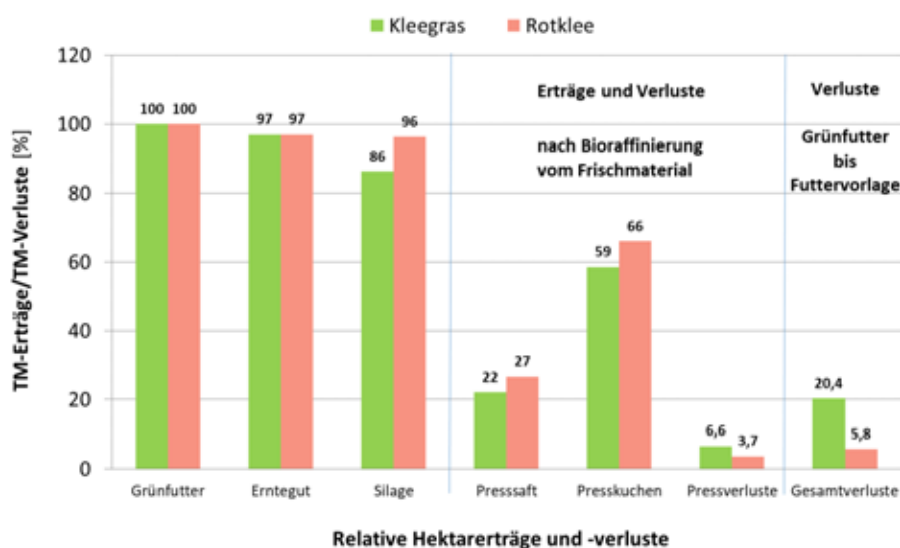


Abbildung 2: Relative Erträge/Verluste an Trockenmasse durch Futterernte, Silierung und Bio raffinerung

unter den vorherrschenden Bedingungen erzeugt. Bezogen auf das Grünfutter am stehenden Bestand wäre das ein Saftertrag von 22 % bzw. 27 % (Abbildung 2). Auf die Grassilage bezogen machte die Saftausbeute 26 % bzw. 28 % aus. Bei der festen re-silierten Presskuchen-Fraktion konnten 68 % bei Klee gras bzw. 69 % bei Rotklee gewonnen werden. Somit ergaben sich TM-Verluste bei der Pressung von 174 kg TM/ha (6,6 %) beim Klee gras und 99 kg TM/ha (3,7 %) beim Rotklee. Die gesamten TM-Verluste vom Grün-futter vor der Ernte bis zum fertigen Futtermittel betragen insgesamt 620 kg TM/ha (20,4 %) bei Klee gras und 163 kg TM/ha (5,8 %) bei Rotklee (RESCH et al. 2023).

Vom gesamten Rohprotein (XP) aus der Silage konnten durch die Bioraffinierung rund 36 % in den Presssaft überführt werden und ca. 54 % verblieben im Presskuchen. Der frische Presssaft enthielt 204 bis 208 g XP/kg TM. Gegenüber der Silage büßte der Presskuchen ca. 30 g XP/kg TM ein. Die Pressung bedingte XP-Verluste von 9,2 bis 10,3 % (Tabelle 1). Bezogen auf die Hektarerträge gingen bei Klee gras 24 % XP und bei Rotklee 15 % XP bis zum fertigen Futter verloren.

Die Bilanzierung der essentiellen Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin wurde über den gesamten Prozess durchgeführt. Je Hektar wurden bei Lysin Bruttoerträge von 50 bis 70 kg festgestellt. Allein durch die Silierung betrug die Verluste 22 %. Aufgrund der leichten Verderblichkeit des Presssaftes gingen durch die Bioraffinierung weitere 34 bis 39 % verloren, vorwiegend durch Deaminierung, sodass sich die Gesamtverluste bei Lysin auf 39 bis 50 % beliefen. Für die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin, die mengenmäßig ca. die Hälfte des Ertrages von Lysin brachten, war die Übertragung in den Presssaft etwas geringer und die Gesamtverluste mit 47 bis 53 %

Tabelle 1: Hektarerträge, Gehaltswerte und Verluste bei Klee gras und Rotklee vom 1. Aufwuchs durch Silierung und Bioraffinierung (Fraktionierung durch Pressung)

Parameter	Einheit	Erntegut im Pressballen		Silage		Presssaft frisch		Presskuchen frisch		Verluste Pressung		Gesamtverluste	
		Klee gras	Rotklee	Klee gras	Rotklee	Klee gras	Rotklee	Klee gras	Rotklee	Klee gras	Rotklee	Klee gras	Rotklee
Trockenmasse	kg/ha	2942	2711	2620	2692	669	746	1778	1847	173	99	620	163
	%	112,3	100,7	100	100	25,5	27,7	67,8	68,6	6,6	3,7	20,4	5,8
Rohprotein	g/kg TM	142	162	146	159	204	208	116	126				
	kg/ha	419	440	382	427	136	155	206	233	39	39	107	68
	%	109,6	103,0	100	100	35,7	36,3	54,0	54,5	10,3	9,2	24,0	14,8
Lysin	g/kg TM	17,0	26,2	14,9	20,9	7,8	7,5	11,8	15,3				
	kg/ha	50	71	39	56	5	6	21	29	13	22	26	29
	%	128,2	126,1	100	100	13,3	9,9	52,8	51,3	33,8	38,7	50,0	39,3
Methionin + Cystin	g/kg TM	8,2	12,2	7,1	10,2	2,9	3,2	6,4	7,3				
	kg/ha	24	33	19	28	2	2	11	14	6	11	12	18
	%	129,6	120,4	100	100	10,2	8,7	60,2	50,2	29,6	41,1	47,4	52,5
aNDFom	g/kg TM	361	310	390	343	0	0	499	447				
	kg/ha	1063	841	1022	923	0	0	887	826	135	97	236	37
	%	104,0	91,1	100	100	0,0	0,0	86,8	89,5	13,2	10,5	21,6	4,3
Rohasche	g/kg TM	104	109	107	111	77	186	77	83				
	kg/ha	305	295	280	298	123	139	136	153	20	7	50	7
	%	109,2	99,1	100	100	44,0	46,5	48,7	51,3	7,3	2,2	15,9	2,3
Phosphor (P)	g/kg TM	2,9	3,0	3,0	3,0	6,6	6,4	1,5	1,6				
	kg/ha	8,61	8,07	7,92	8,17	4,42	4,73	2,72	3,01	0,77	0,41	1,71	0,80
	%	108,7	98,8	100	100	55,8	57,9	34,3	36,9	9,9	5,3	19,4	9,5
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	6,7	8,4	7,0	8,6	6,1	7,1	7,4	9,2				
	g/ha	19,6	22,7	18,2	23,2	4,1	5,3	13,1	17,0	1,02	0,93	4,06	1,55
	%	107,6	97,8	100	100	22,3	22,8	72,1	73,2	5,6	4,0	20,1	6,6
Gärprodukte	g/kg TM			59	86	133	192	26	39				
	kg/ha			155	231	89	143	46	71	20	17		
	%			100	100	57,4	61,9	29,7	30,8	12,9	7,3		

Gärprodukte = Milchsäure + Essigsäure + Propionsäure + Buttersäure + Ethanol

Verluste Pressung = Masse Silage – Masse Presssaft – Masse Presskuchen frisch

Gesamtverluste = Bruttomasse vor Futterernte – Masse fertiges Futter (Presssaft, re-silierter Presskuchen) vor Futtervorlage

Tabelle 2: Inhaltsstoffe, Mineralstoffe und Gärqualität von Grassilagen vs. resilierten Presskuchen aus der Bioraffinerie in Abhängigkeit der eingesetzten Futterart

Unterschiede zwischen Grassilagen und resiliertem Presskuchen

Parameter	Abkürzung	Einheit	Silage absolut (Benchmark)			resiliertes Presskuchen absolut			resiliertes Presskuchen relative Differenz zu Benchmark [%]		
			Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee	Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee	Gras (Vorversuch)	Gras-/Kleegemenge	Rotklee
Trockenmasse	TM	g/kg FM	419,6 ^C	316,3 ^B	249,4 ^A	372,0 ^A	369,2 ^A	372,3 ^A	88,7 ^A	116,9 ^B	149,3 ^C
Nährstoffe											
Rohprotein	XP	g/kg TM	135,1 ^A	145,8 ^A	158,8 ^B	101,7 ^A	116,2 ^B	126,0 ^C	75,4 ^A	79,7 ^A	79,5 ^B
Ammoniak	NH ₄	g/kg TM	1,8 ^A	2,3 ^{AB}	2,7 ^B	1,2 ^A	1,3 ^A	1,2 ^A	67,0 ^B	54,5 ^{ab}	47,1 ^A
NH ₄ von N _{total}		%	8,3 ^A	9,8 ^A	10,3 ^B	7,3 ^b	6,7 ^{ab}	6,0 ^a	87,9 ^B	68,3 ^A	59,8 ^A
Neutrale Detergenzien-Faser	NDF	g/kg TM	496,3 ^C	390,2 ^B	342,8 ^A	634,5 ^C	492,5 ^B	440,0 ^A	127,9 ^A	126,2 ^A	128,5 ^A
Säure Detergenzien-Faser	ADF	g/kg TM	336,3 ^C	294,9 ^A	309,0 ^{AB}	433,7 ^B	402,8 ^A	411,8 ^A	129,2 ^A	136,8 ^A	133,4 ^A
Lignin	ADL	g/kg TM	41,0 ^A	32,9 ^A	39,3 ^A	49,3 ^B	40,5 ^A	47,6 ^B	122,5 ^A	123,3 ^A	121,5 ^A
Nichtfaser-Kohlenhydrate	NFC	g/kg TM	198,8 ^A	280,6 ^B	279,6 ^B	102,3 ^A	184,0 ^B	228,8 ^B	51,4 ^A	65,7 ^B	82,0 ^C
Zucker	XZ	g/kg TM		86,7 ^B	40,4 ^A		6,5 ^A	5,5 ^A		7,6 ^A	13,7 ^B
Rohfaser	XF	g/kg TM	292,3 ^B	236,1 ^A	229,8 ^A	374,2 ^B	300,4 ^A	288,6 ^A	128,4 ^A	127,3 ^A	125,9 ^A
Rohfett	XL	g/kg TM	21,6 ^B	17,5 ^A	22,3 ^B	22,0 ^B	28,1 ^B	27,1 ^B	101,7 ^A	160,5 ^C	121,6 ^B
Rohasche	XA	g/kg TM	87,1 ^A	106,7 ^B	110,7 ^C	63,0 ^A	81,2 ^B	84,4 ^B	72,4 ^A	76,2 ^A	76,2 ^A
Mineralstoffe											
Calcium	Ca	g/kg TM	8,4 ^A	12,3 ^B	14,5 ^C	6,3 ^A	10,2 ^B	12,3 ^C	75,1 ^A	82,9 ^B	84,8 ^B
Phosphor	P	g/kg TM	3,08 ^A	3,02 ^A	3,03 ^A	1,8 ^A	1,5 ^A	1,5 ^A	58,6 ^A	50,5 ^A	50,0 ^A
Kalium	K	g/kg TM	28,1 ^A	30,2 ^{AB}	31,7 ^B	13,4 ^A	17,2 ^B	18,1 ^B	48,6 ^A	58,2 ^A	58,8 ^A
Eisen	Fe	mg/kg TM	900 ^B	447 ^A	519 ^A	1087 ^A	676 ^A	743 ^A	121,7 ^A	152,1 ^A	143,4 ^A
Gärqualität											
pH-Wert			4,68 ^A	4,75 ^A	4,58 ^A	4,16 ^B	4,10 ^B	4,22 ^C	88,9 ^{ab}	86,2 ^a	92,1 ^b
Milchsäure	Ms	g/kg TM	35,8 ^A	36,5 ^A	56,9 ^B	57,1 ^A	75,3 ^B	71,3 ^{ab}	170,1 ^A	210,0 ^A	126,2 ^A
Essigsäure	Es	g/kg TM	11,0 ^A	11,4 ^A	14,2 ^B	11,9 ^A	14,0 ^B	13,4 ^B	108,8 ^{ab}	123,3 ^b	94,5 ^A
Propionsäure	Ps	g/kg TM	1,5 ^{AB}	1,5 ^A	2,1 ^B	0,84 ^A	0,95 ^A	0,96 ^A	56,7 ^A	61,8 ^A	46,0 ^A
Buttersäure	Bs	g/kg TM	2,2 ^A	3,5 ^A	6,0 ^B	1,6 ^A	2,9 ^B	3,9 ^B	70,9 ^A	81,6 ^A	65,4 ^A
Ethanol	Eth	g/kg TM	10,7 ^A	6,1 ^A	6,7 ^A	5,1 ^A	4,9 ^A	4,2 ^A	58,3 ^A	80,1 ^A	63,0 ^A
Volatile organische Komponenten	VOC	g/kg TM	61,2 ^A	59,1 ^B	85,9 ^C	76,5 ^A	93,7 ^B	98,0 ^B	134,4 ^A	167,5 ^A	109,4 ^A
Statistik:	Test Tukey-HSD (95%)										
Indizes:	Großbuchstaben zeigen absolute Differenzen in Grassilagen										
	Kleinbuchstaben zeigen absolute Differenzen der verschiedenen resilierten Presskuchen										
	Kleinbuchstaben zeigen relative Differenzen zwischen Grassilagen und resilierten Presskuchen										

tendenziell höher als bei Lysin (Tabelle 1). Fazit, die wertvollen Aminosäuren wurden in unseren Bilanzversuchen durch Gärung und Bioraffinierung stark reduziert.

Neutrale Detergenzienfaser (aNDFom) nahm anteilmäßig die größte Masse ein. Bis zum Ende der Gärung konnte eine geringfügige Reduktion festgestellt werden. In den Presssaft wurden keine Faserbestandteile aus der Silage überführt, daher verblieb die meiste Faser im Presskuchen. Der Effekt der Fraktionierung über die Futterpressung bewirkte im Presskuchen einen Anstieg der aNDFom-Gehalte um ca. 100 g/kg TM gegenüber der Silage. Die Massenbilanz für aNDFom ergab einen Gesamtverlust von 22 % NDF für Kleegrass und 4 % für Rotklee (Tabelle 1).

Die Rohaschegehalte (XA) im Feldfutter lagen zwischen 104 und 111 g/kg TM. Durch die Pressung der Silagen wurden 44 bis 47 % von XA in den Presssaft transferiert, während 2 bis 7 % an XA bei der Bioraffinierung verloren gingen. Im Presskuchen reduzierten sich die XA-Gehalte gegenüber der Silage um ca. 30 g/kg TM. Die gesamten Massenverluste an XA vom Grünfütter bis zum fertigen Futter betragen 2 bis 16 %. Beim Phosphor (P) waren die Gehaltswerte im Futter, wahrscheinlich in Verbindung mit der biologischen Wirtschaftsweise, mit 2,9 bis 3,0 g/kg TM eher mäßig. Mit der Pressung gelangten 56 bis 58 % an P in den Presssaft und 5 bis 9 % gingen bei der Pressung verloren, sodass der Presskuchen nur mehr 1,5 bis 1,6 g P/kg TM enthielt. Die Gesamtverluste lagen zwischen 10 und 19 % P. Völlig anders verhielt sich die Situation beim Kupfer (Cu). Hier

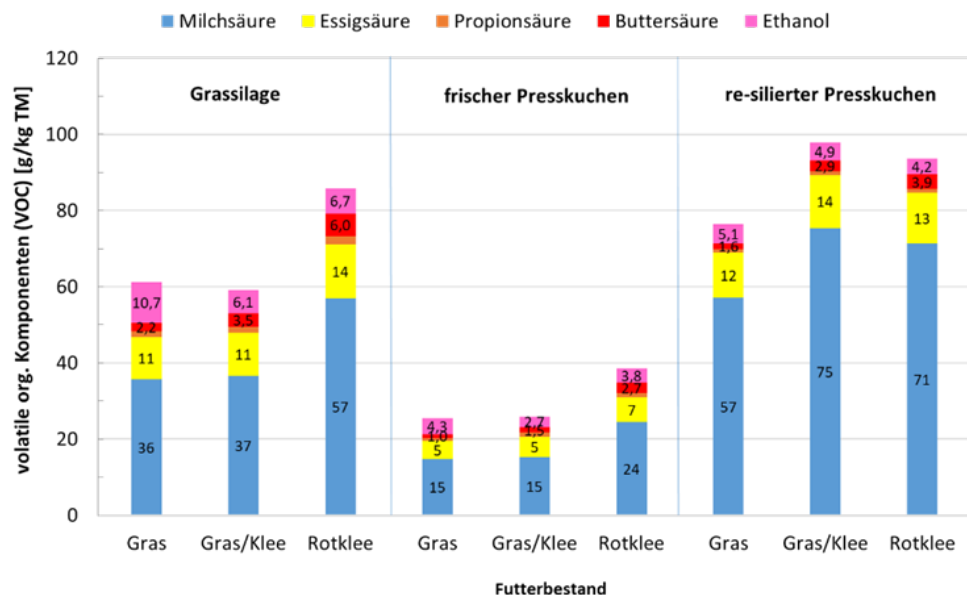
wurden im Zuge der Pressung nur rund 22 % Cu in den Presssaft überführt, sodass im Presskuchen die Kupfergehalte höher waren als in der Silage (Tabelle 1). Letztlich waren auch bei Kupfer gesamte Massenverluste zwischen 7 bis 20 % vorhanden.

In die Bilanzierung wurden zusätzlich noch die Fermentationsprodukte der Gärung, wie Milchsäure, flüchtige Fettsäuren und Ethanol einbezogen. Immerhin wurden je Hektar Futter zwischen 155 und 231 kg Gärungsprodukte erzeugt. Mit der Pressung wanderten 57 bis 62 % dieser Produkte in den Presssaft, wodurch dieser sehr hohe Gehalte von 133 bis 192 g Gärprodukte/kg TM enthielt. Im frischen Presskuchen wurden die Summengehalte an Gärprodukten hingegen mehr als halbiert. Die Re-Silierung der Presskuchen initiierte eine neuerliche Milchsäuregärung, wodurch nach RESCH et al. (2022) die Gärproduktgehalte im re-silierten Presskuchen um das doppelte bis 3-fache anstiegen und eine sehr gute Gärqualität aufwiesen.

Die TM-Gehalte der Grassilagen unterschieden sich vor der Anwässerung signifikant voneinander. Die Pressung der angewässerten Grassilagen führte zu einer einheitlichen Anhebung des TM-Gehaltes in den Presskuchen auf rund 370 g/kg FM. Die chemische Zusammensetzung der Presskuchen war gegenüber der originalen Silage signifikant verändert. Der NDF-Gehalt stieg um etwa 100 g/kg TM, ansonsten waren die Reduktion von Protein (-11 bis -24 %), Mineralstoffen (-25 bis -30 %), Zucker (-50 %) und Gärungsprodukten (-55 bis -57 %) am bedeutungsvollsten (Tabelle 2).

Die Gärungsprodukte erhöhten sich durch die neuerliche Silierung signifikant gegenüber dem frischen Presskuchen. Die Re-Silierung bewirkte eine ausgeprägte Milch- und Essigsäuregärung (Abbildung 3), welche die pH-Werte signifikant unter den kritischen pH-Wert senkte und für eine sehr gute Gärqualität sorgte. Durch die zweite Gärung wurde praktisch fast der gesamte Zucker und auch ein Teil der NFC der Presskuchen verbraucht.

Abbildung 3: Gärungsprodukt-Muster von Grassilagen sowie von frischem und re-siliertem Presskuchen aus der Bioraffinerie in Abhängigkeit verschiedener Futterbestände



4 Schlussfolgerung

In Arbeitspaket C5.1 des Forschungsprojektes „Farm4More“ (LIFE18CCM/IE/001195) wurden die silierten Grundfuttermittel Kleeergras und Rotklee vom 1. Aufwuchs 2021 mittels Schneckenpresse in eine flüssige und feste Phase fraktioniert. Vom Feld bis zum fertigen Futtermittel wurden die Massen erhoben, um die Stoffströme und Prozessverluste abbilden zu können. Wir konnten nachweisen, dass allein die Vergärung zu Silage

die essentiellen Aminosäuren (Lysin, Methionin und Cystin) um ca. 20 % und TM sowie Rohprotein um bis zu 10 % gegenüber dem Grünfutter reduzierten. Die Pressung der angewässerten Silagen (TM 230 g/kg FM) bewirkte eine stoffliche Übertragung von 26 bis 28 % TM in den Presssaft, wobei verschiedene Stoffe unterschiedlich stark in die Flüssigfraktion transferiert wurden: Kupfer ca. 22 %, Rohprotein ca. 36 %, Rohasche 44-46 %, Phosphor (P) 56-58 %, Gärprodukte 57-62 %. Im leicht verderblichen Saft ging ein guter Teil der wertvollen Aminosäuren durch Deaminierung verloren. Im Presskuchen veränderten sich die Nähr- und Mineralstoffgehalte gegenüber der Silage signifikant: z.B. 30 g weniger Rohprotein, 100 g mehr aNDFom/kg TM. Die Massenbilanzierung zeigte uns, dass sich vom Grünfutter bis zum fertigen Futtermittel Verluste summieren: bei Rotklee 5,8 % TM und 15 % Rohprotein bei Klee gras 20,4 % TM und 24 % Rohprotein. Insofern muss bei der Bioraffinierung besonderes Augenmerk auf eine rasche Konservierung oder Eindampfung des leicht verderblichen Pressaftes und auf eine Optimierung der Prozesse gelegt werden, um die stofflichen Verluste zu reduzieren.

Wir konnten nachweisen, dass die Resilierung von bioraffinierten Presskuchen aus Grassilagen mit unterschiedlichen Futterbeständen erfolgreich funktionierte, indem eine neuerliche Milchsäuregärung ausgelöst wurde, sogar wenn der frische Presskuchen mehrere Stunden der Außenluft ausgesetzt war. Der Futterwert der strukturangereicherten Presskuchen war deutlich geringer als jener von Grassilage, weil durch die Pressung viel Protein, Mineralstoffe, Zucker und Gärprodukte in den Presssaft gelangten. Die Presskuchen enthielten etwa 100 g mehr NDF/kg TM als die Grassilagen.



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

5 Literaturverzeichnis

COLAS, D., DOUMENG, C., PONTALIER, P.Y. and L. Rigal, 2013: Green crop fractionation by twin-screw extrusion: Influence of the screw profile on alfalfa (*Medicago sativa*) dehydration and protein extraction. *Chemical engineering and processing: Process Intensification*, 72, 1-9.

EUROPEAN PARLIAMENT, 2011: Report A7-0026/2011 4.2.2011. The EU protein deficit: What solution for a long-standing problem? (2010/2011(INI)) Committee on Agriculture and Rural Development, Rapporteur: Marin Häusling.

KROMUS, S., WACHTER, B., KOSCHUH, W., MANDL, M., KROTSCHKEK, C. und M. NARADOSLAWSKY, 2004: The green biorefinery Austria-development of an integrated system for green biomass utilization. *Chemical and biochemical engineering quarterly*, 18(1): 7-12.

LOSAND, B. und B. WALDMANN, 2003: Mit der Mikrowelle auf der richtigen Spur. *Dlz, Tierhaltung* (3) 2003: 126-128.

PIRIE, N.W., 1987: Leaf protein and its by-products in human and animal nutrition. Cambridge University Press.

RINNE, M., TIMONEN, P., STEFANSKI, T., FRANCO, M., VAINIO, M., WINQUIST, E. and M. SIIKA-AHO, 2018: Grass silage for biorefinery – Effects of type of additive and **separation** method. XVIII International Silage Conference, Bonn, Germany, July 2018, 182-183.

RESCH, R., WINTER, M., MANDL, M., STEINWIDDER, A., SWEENEY, J. und K. McDONNELL, 2022: Futter- und Gärqualität von resilierten Presskuchen aus der Bioraffinierung von verschiedenen Grassilagen. 76. ALVA-Jahrestagung, Steiermarkhof, 30.-31. Mai 2022, Graz, 159-161.

RESCH, R., WINTER, M., MANDL, M., STEINWIDDER, A., SWEENEY, J. und K. McDONNELL, 2022: Erträge und Verluste bei Prozessen der Bioraffinierung von Grünlandfutter. 77. ALVA-Jahrestagung, Landwirtschaftskammer Oberösterreich, 22.-23. Mai 2023, Linz, 299-303.

STEINHÖFEL, O., 2020: Konservierung von Futtermitteln, In: Jeroch, H.; Drochner, W.; Ro-dehutschord, M.; Simon, A., Simon, O. und Zentek, J.(Hg.): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 310-335.

STØDKILDE, L., LASHKARI, S., ERIKSEN, J. und S.K. JENSEN, 2021: Enhancing protein recovery in green biorefineries through selection of plant species and time of harvest. *Animal Feed Science and Technology*, 278, 115016.

VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Einsatz von Rotklee-grassilage-Presskuchen aus der Bioraffinierung in der Bio-Milchviehfütterung

Manuel Winter¹, Andreas Steinwidder^{1*}, Michael Mandl², Georg Terler¹, Reinhard Resch¹, Joseph B. Sweeney³ und Kevin McDonnell³

Zusammenfassung

Zur Gewinnung von Protein aus heimischen Futterquellen für Monogastrier rücken zunehmend Feldfutter- und Grünlandbeständen in den Focus der Forschung. In einem Bioraffinierungsprozess wurde Rotklee-grassilage dazu abgepresst, um das im Presssaft enthaltene Protein in der Bio-Geflügelmast zu testen. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einsatz des dabei anfallenden Rotklee-grassilage-Presskuchens in der Bio-Milchviehfütterung geprüft. Der Versuch wurde in der Winterfütterungsperiode 2021/2022 unter biologischen Bedingungen in Form eines vollständigen lateinischen Quadrats mit 15 Milchkühen (6 HF- und 9 Fleckviehtiere) durchgeführt, wobei jeweils zwei Wochen als Adaptierungs- und drei Wochen als Auswertungsperioden dienten. Allen Tieren wurden die Rationen in Form einer TMR vorgelegt. Die Kontrollration (K) bestand aus einer Mischration aus 37 % Grassilage, 37 % Rotklee-silage und 26 % Kraftfutter. Die Ration der Versuchsgruppe 1 (V1) bestand aus 37 % Grassilage, 18,5 % Rotklee-silage, 18,5 % Presskuchen-Klee-grassilage und 26 % Kraftfutter. In V2 erhielten die Tiere 37 % Grassilage, 37 % Presskuchen-Klee-grassilage und 26 % Kraftfutter. Der Presskuchen-Anteil in V2 machte daher 50 % des Grundfutters aus. Die Versuchsdaten wurden mit einem gemischten Modell statistisch analysiert. Die Futteraufnahme lag in Gruppe V2 (18,19 kg TM/d) signifikant niedriger als in Gruppe V1 (19,15 kg TM/d) und numerisch niedriger als in der Kontrollgruppe (18,95 kg TM/d). In der energiekorrigierten Milchleistung (ECM) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt ($P=0,329$). In der Energiebilanz sowie in der Rücken-fettdicke und Körperkondition wurden ebenfalls keine statistisch gesicherten Gruppenunterschiede ermittelt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter vergleichbaren Bedingungen wie im Versuch bis zu einem Klee-grassilage-Presskuchenanteil von 25 % am Grundfutter bzw. 18,5 % der Gesamtfutterration kein Rückgang der Futteraufnahme und Milchleistung zu erwarten ist. Bei einer Einsatzmenge von 50 % am Grundfutter wurde jedoch ein gesicherter Rückgang der Futteraufnahme festgestellt und die ECM-Leistung lag numerisch tiefer. Bei Einsatz von höheren Mengen an Presskuchen muss, insbesondere unter grundfutterbasierten Fütterungsbedingungen, dieser Rückgang sowie auch jener in der Protein- und Energieversorgung sowie den Mineralstoffen beachtet werden. Die Prüfung von Einsatzmengen über 25 % des Grundfutters, über eine längere Fütterungsphase und auch bei geringerem Kraftfuttereinsatz, sollten Gegenstand weiterer Versuche sein.

Schlagwörter: Grünes Protein, Bioraffinerie, Eiweiß aus Grünland, Presskuchen, Milchkühe, Biologische Landwirtschaft

Summary

To obtain protein from domestic sources for monogastric animals, field fodder and grassland forages are increasingly coming in the focus of research. In a biorefining

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² tbw research GesmbH, Schönbrunner Str. 297, A-1120 Wien

³ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4, IE

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, email: andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

process, red clover grass silage was pressed to test the protein contained in the pressed juice in organic poultry fattening. In the present experiment, the use of the resulting red-clover grass silage press-cake (red-clover pulp silage) in organic dairy cattle feeding was tested. The trial was conducted in the winter-feeding period 2021/2022 under organic conditions with a complete Latin square design with 15 dairy cows (6 HF and 9 Fleckvieh), with two weeks as adaptation period and three weeks as evaluation periods. All animals were given a TMR ration. The control ration (K) consisted of a mixed ration of 37 % grass silage, 37 % red clover silage and 26 % concentrate. The ration of experimental group 1 (V1) consisted of 37 % grass silage, 18.5 % red clover silage, 18.5 % pressed cake clover silage and 26 % concentrate. In V2, the animals received 37 % grass silage, 37 % pressed cake clover silage and 26 % concentrated feed. The data were statistically analysed with a mixed model. Feed intake was significantly lower in group V2 (18.19 kg DM/d) than in group V1 (19.15 kg DM/d) and numerically lower than in the control group (18.95 kg DM/d). No significant group differences were found in energy corrected milk yield (ECM) ($P=0.329$). In the energy balance as well as in the backfat thickness and body condition no statistically confirmed group differences were found. In summary, it can be said that under the tested experimental conditions no decrease in feed intake and milk yield is to be expected up to a clover grass silage press cake proportion of 25 % of the forage (18.5 % of DM intake). However, at an application rate of 50 %, an assured decrease in feed intake was observed and the ECM performance was numerically lowest. When using higher amounts of press cake, especially under forage-based feeding conditions, this decrease as well as that in protein and energy supply and minerals must be taken into account. The testing of application rates above 25 % of the forage (>18.5 % of DMI), over a longer feeding phase and with lower concentrate application, should be the subject of further trials.

Keywords: green protein, biorefinery, protein from grassland, press cake, dairy cows, organic farming

1 Einleitung

Grüne Bioraffinerien bieten neuartige Möglichkeiten, Biomasse effizient zu nutzen und dabei die Ökosystemleistungen von Feldfutterbeständen und Grünland zu erhalten (Savonen et al., 2020). In einer grünen Bioraffinerie können Feld- und Grünlandfutter oder Silagen daraus in flüssige (Presssaft) und feste Fraktionen (faserreicher Presskuchen) getrennt werden. Der so gewonnene Saft kann zu innovativen Futtermittelkomponenten (Protein, Aminosäuren, organischen Säuren usw.) für Monogastrier weiterverarbeitet werden, während der Presskuchen aufgrund seines hohen Gehalts an Strukturkomponenten als Wiederkäuerfuttermittel verwendet wird (Damborg et al., 2019; Savonen et al., 2020; Pijlman et al., 2018). Mehrere Studien haben gezeigt, dass die Fütterungseigenschaften des Presskuchens durch das Ausgangssubstrat (Nährstoffgehalt, Verdaulichkeit etc.), das Pressverfahren (Druck, Temperatur etc.) und die weitere Behandlung des Pressguts beeinflusst werden (McEniry und O'Kiely, 2013; Franco et al., 2019; Rinne et al., 1999). Darüber hinaus beeinflussen die weiteren Rationskomponenten sowie die Nährstoffzusammensetzung der gesamten Ration die Eignung des Presskuchens in der Fütterung. Damborg et al. (2019) verglichen Presskuchen aus Kleemischsilage mit einer intakten (nicht ausgepressten) Silage, die jedoch eine Woche später geerntet wurde als der Pflanzenbestand, der für den Presskuchen verwendet wurde. Die Milchkühe zeigten bei Einsatz des Presskuchens eine verbesserte Gesamtfuttermittelaufnahme und Milchproduktion. Savonen et al. (2020) führen aus, dass durch die mechanische Behandlung während der Saftgewinnung, die ruminale Abbaubarkeit des Presskuchens und die Futtermittelaufnahme (bis zu 25 % Presskuchen in der Ration) verbessert werden können. Pijlman et al. (2018)

fanden heraus, dass Presskuchen (8 kg TM/Kuh und Tag; etwa 25 % in der Ration), der eine geringere N- und P-Konzentration aufwies als unraffinierte Grassilage, die N- und P-Verwertung der Milchkühe verbessern konnte, ohne die Milchproduktion negativ zu beeinträchtigen. Bei der Interpretation der oben angeführten Arbeiten ist zu beachten, dass in diesen Studien kraftfutterreiche Rationen verfüttert wurden. Die verbesserte Struktur-Kohlenhydratzufuhr in den Versuchsgruppen-Rationen könnte daher die Pansenfermentation verbessert haben. In der vorliegenden Arbeit sollte der Presskucheneinsatz in der biologischen Milchviehfütterung geprüft werden.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchsställe und Methoden

Der Fütterungsversuch fand in den Wintermonaten zwischen 2021 und 2022 statt. Der Versuchsplan folgte einem „lateinischen Quadrat“ mit 3 Gruppen und 3 Perioden (3 × 3) mit insgesamt 15 Tieren. Im Verlauf des Versuchs kam jede Kuh in jede Fütterungsgruppe. Die Anfütterung dauerte zu Beginn jeder Periode 14 Tage und die Datenerhebung erfolgte über 21 Tage. Die Versuchstiere (6 Holstein Friesian und 9 österreichische Zweinutzungs-Fleckvieh) wurden auf Grund ihrer Leistungsparameter (Futteraufnahme, Milchleistung, BCS, Körpergewicht) den drei Gruppen gleichmäßig zugeteilt.

Die drei Grundfütterationen bestanden aus folgenden Komponenten: **Kontrollgruppe (K)**: unraffinierte Grassilage (50 % der Grundfutter TM) und Rotkleeegrassilage (50 % der TM); **Versuchsgruppe 1 (V1)**: unraffinierte Grassilage (50 % der TM) und Rotkleeegrassilage (25 % der TM) sowie Rotkleeegrassilage-Presskuchen (25 % der TM); **Versuchsgruppe 2 (V2)**: unraffinierte Grassilage (50 % der TM) sowie Rotkleeegras-Presskuchen (50 % der Grundfutter TM). Die Grundfütteration wurde mit 26 % Kraftfutter (in der TM) ergänzt und in Form einer Total-Mischration (TMR; elektronischer Standmixer Scherfler E-stat 6.5) vorgelegt. Das gemahlene Kraftfutter bestand in allen Gruppen aus 35 % Gerste, 8 % Körnermais, 45 % Erbsen, 6 % Sojakuchen, 3,4 % Ackerbohnen, 0,5 % Salz sowie 2 % einer Mineralstoffmischung (6 % Ca, 10 % P, 5 % Na, 120 % Mg, Vitamine und Spurenelemente) und 0,1 % Melasse. In der Kontrollgruppe (K) bestand dementsprechend die TMR zu 37% aus Grassilage, zu 37% aus Rotkleeegrassilage und zu 26% aus Kraftfutter (auf TM-Basis). In der Versuchsgruppe 1 (V1) bestand die TMR aus 37 % Grassilage, 18,5 % Rotkleeegrassilage, 18,5 % Rotkleeegrassilage-Presskuchen und zu 26% aus Kraftfutter, in der Versuchsgruppe 2 (V2) aus 37 % Grassilage, 37 % Rotkleeegrassilage-Presskuchen und ebenfalls 26 % Kraftfutter. Durch entsprechende Wasserzugabe wurde in allen Gruppen ein Trockensubstanzgehalt der TMR von 38% eingestellt. Während des Versuchszeitraums wurde die TMR zweimal täglich individuell über ein Calan Broadbent Feeding System (www.americancalan.com) angeboten. Alle Tiere hatten freien Zugang zur TMR.

2.2 Hammel-Verdauungsversuch

Die scheinbare Verdaulichkeit der Silagen (Rotkleesilage und Rotkleeegras-Silage) und den jeweiligen Presskuchensilagen wurde mit Hammeln bestimmt (GfE, 1991; Bothe et al., 2017). Dazu wurden die Futteraufnahmen und alle Ausscheidungen separat erhoben. Anschließend wurden Futter und Ausscheidungen chemisch entsprechend den VDLUFA-Standards analysiert (Bothe et al., 2017; VDLUFA, 2012). Anhand dieser Daten wurde die scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe berechnet. Die Verdaulichkeit der Rotkleesilagen, der Rotkleeegrassilagen und der Presskuchensilagen wurden mit vier Tieren pro Futtermittel untersucht. Das Durchschnittsalter der Tiere betrug 3,6 Jahre, das durchschnittliche Lebendgewicht lag bei 80 kg. Die Tiere erhielten 1 kg TM des jeweiligen Grundfutters pro Tag, welches mit 20 g Mineralstoffzusatz und 4 g Salz pro Tag (auf Frischmassebasis) ergänzt wurde. Diese Ration entsprach in etwa dem

Erhaltungsbedarf der Tiere. Der gesamte Versuch dauerte vier Wochen mit einer Eingewöhnungsphase und einer fünftägigen Versuchsphase. Die Futteraufnahme und die Kotmengen wurden täglich aufgezeichnet. Der Gehalt an metabolisierbarer Energie (ME) und Netto-Laktationsenergie (NEL) in den Futtermitteln wurde nach den Empfehlungen der GfE (2001) berechnet.

2.3 Erhobene und berechnete Daten

2.3.1 Milchparameter, BCS, RFD und Verdaulichkeit

Die Kühe wurden zweimal täglich um etwa 6:00 und 17:00 Uhr gemolken. Die Milchleistung wurde während des gesamten Versuchszeitraums täglich aufgezeichnet und der Gehalt an Milchfett, Eiweiß, Laktose und Harnstoff sowie die Anzahl der somatischen Zellen wurden an drei Tagen pro Woche bestimmt. Die energiekorrigierte Milchleistung (ECM) wurde nach GfE (2001) wie folgt berechnet: $ECM (kg) = (Milch \text{ kg} \times (Fett \% \times 0,38 + Eiweiß \% \times 0,21 + 1,05)) / 3,2$. Nach dem morgendlichen Melken wurde das individuelle Körpergewicht zweimal wöchentlich mit einer installierten Viehwaage (AGRETO 4x1t HD1) erfasst. Das Body Condition Scoring (BCS) wurde von derselben geschulten Person gemessen, wobei eine Skala von 1 bis 5 mit 0,25 Schritten verwendet wurde. Die Ultraschallmessung der Rückenfettdicke (RFD) wurde wöchentlich durchgeführt (Pavo pro, Proxima Medical Systems GmbH) (Wildman et al., 1982; Ferguson et al., 1994; Schröder und Staufenbiel, 2006).

Die Verdaulichkeit der TMR wurde ebenfalls nach GfE (1991) an vier Hammeln pro Futtermittel untersucht (siehe oben). Zusätzlich zu den Hammelversuchen wurde die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe der TMR durch die Kühe mit Hilfe von säureunlöslicher Asche (als interner Indikator) bestimmt. Zu diesem Zweck wurden von jeder Kuh 5 Tage vor Ende des Versuchszeitraums rektal im Abstand von 12 Stunden Kotproben entnommen und zu einer Einzelprobe gepoolt. Bis zur Nährstoffanalyse (nach VDLUFA, 2012) in Raumberg-Gumpenstein wurden diese Proben bei -20°C gelagert. Die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe wurde nach der in Kirchgeßner et al. (2014) beschriebenen Methode errechnet. Der säureunlösliche Aschegehalt (AIA) wurde mit 2N-Salzsäure (HCl) bestimmt.

2.4 Datenverarbeitung und statistische Auswertung

Die Daten wurden mit MS-Access und MS-Excel erfasst und verarbeitet. Die statistische Analyse wurde mit SAS 9.4 (SAS Institute, 2012; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) durchgeführt. Um die Residuen auf Normalverteilung zu testen, wurde das Verfahren univariate verwendet. Daten von abhängigen Variablen (response variables), die nicht normalverteilt waren (somatische Zellzahlen), wurden vor der statistischen Analyse in natürliche Logarithmen transformiert und es werden die P-Werte für die transformierten Daten angegeben.

Die Daten zur Futter- und Nährstoffaufnahme, Milchleistung, Nährstoffversorgung und Pansen-Motilität wurden mit Hilfe eines gemischten Modells analysiert, das die fixen Effekte der Gruppe (K, V1 und V2), der Periode (P; 1-3), der Woche innerhalb der Periode (1-3), der Laktationsgruppe der Kühe (1 und 2 für erstkalbende Kühe bzw. Kühe in höheren Laktationen) und die Interaktion von Gruppe x Periode (K x P) enthielt. Alle anderen Interaktionen waren nicht signifikant oder nicht schätzbar und wurden daher nicht in das endgültige Modell aufgenommen. Der Tag der Laktation und das Lebendgewicht wurden als lineare Regressionsvariablen einbezogen. Das Tier innerhalb der Rasse wurde als zufälliger Effekt berücksichtigt und die Woche als Faktor, für den die Messungen wiederholt wurden (autoregressive Kovarianzstruktur erster Ordnung) für das Tier innerhalb der Gruppe. Bei wiederholten Messungen wurde die Kenward-Roger-Korrektur bei der Berechnung der Freiheitsgrade verwendet. Die paarweisen Gruppenvergleiche

wurden nach Tukey durchgeführt. In den Ergebnistabellen sind die LS-Mittelwerte, die Residualstandardabweichung (s_e) und Standardfehler des Mittelwerts (Std.) sowie P-Werte für den Gruppeneffekt dargestellt. Für die statistische Signifikanz wurde das Wahrscheinlichkeitsniveau (P) auf $P \leq 0,05$ festgelegt. P-Werte zwischen $0,05 < P \leq 0,10$ wurden als Tendenzen definiert. Unterschiedliche Großbuchstaben weisen auf signifikante Gruppenunterschiede im paarweisen Gruppenvergleich hin.

Die Hammelverdauungsversuche wurden mit einem GLM-Modell mit der Gruppe als fixem Effekt ausgewertet. Die Verdaulichkeitsergebnisse der Kühe wurden mit Hilfe eines gemischten Modells analysiert, das die fixen Effekte der Gruppe (K, V1 und V2), der Periode (1-3) und die Interaktion von Gruppe x Periode enthielt. Der Tag der Laktation und das Lebendgewicht wurden als lineare Regressionsvariablen einbezogen. Die Wochendaten des Tieres wurden als wiederholte Messung innerhalb der Gruppe einbezogen (autoregressive Kovarianzstruktur erster Ordnung).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Hammelversuch zu den Einzelkomponenten

3.1.1 Nährstoffgehalt der Grundfuttermittel

Die Nährstoffzusammensetzung der im Verdaulichkeitsversuch verwendeten Futtermittel ist in Tabelle 1 aufgeführt. Obwohl der TM-Gehalt in der Rotklee-gras-Silage um 70 g/kg TM höher war als in der Rotklee-Silage, war der TM-Gehalt im Press-

Tabelle 1: Nährstoffzusammensetzung der Futtermittel im Verdaulichkeitsversuch mit Hammeln

	Rotklee- gras-Silage	Presskuchen aus Rotklee-gras-Silage	Rotklee- Silage	Presskuchen aus Rotklee-Silage
TM, g/kg FM	340	390	271	393
XP, g/kg TM	148	117	168	134
XL, g/kg TM	25	27	24	28
XF, g/kg TM	220	317	190	311
OM, g/kg TM	894	924	889	922
Rohasche, g/kg TM	106	76	111	78
NDF, g/kg TM	364	490	295	427
ADF, g/kg TM	285	375	263	367
ADL, g/kg TM	28	44	26	49
NFC, g/kg TM	357	291	402	334
Ca, g/kg TM	12,4	9,8	14,4	12,7
P, g/kg TM	3,13	1,49	3,12	1,44
Mg, g/kg TM	2,35	1,45	2,80	2,04
K, g/kg TM	30,9	15,9	31,1	16,9
Na, g/kg TM	0,079	0,190	0,059	0,194
Mn, mg/kg TM	53,8	39,1	46,7	34,9
Zn, mg/kg TM	48,5	17,4	27,1	19,3
Cu, mg/kg TM	7,24	6,59	8,78	8,82

TM = Trockenmasse, XP = Rohprotein; XL = Rohfett; XF = Rohfaser; OM = organic matter; NDF = Neutrale-Detergenzien-Faser, ADF = Säure-Detergenzien-Faser, ADL = Säure-Detergenzien-Lignin, NFC = Nicht-Struktur-Kohlenhydrate

kuchen beider Silagen nahezu identisch. Im Vergleich zur Originalsilage war der XP-, Asche- und NFC-Gehalt niedriger und der XF-, NDF-, ADF- und ADL-Gehalt in den Presskuchensilagen höher. Durch das Pressen der Silagen sank auch der Gehalt an den meisten Mineralstoffen und Spurenelementen. Im Gegensatz dazu stieg der Na-Gehalt an, der Cu-Gehalt wurde durch das Pressen fast nicht beeinträchtigt.

3.1.2 Scheinbare Verdaulichkeit der Grundfuttermittel

Das Pressen der Silagen verringerte die Verdaulichkeit von TM, organischer Substanz (OM), XP und NFC, während die Verdaulichkeit des Ätherextrakts und Faserkomponenten nicht beeinflusst wurde. Bei keinem der Verdaulichkeitsparameter wurde eine Wechselwirkung zwischen der pflanzlichen Zusammensetzung und der Behandlung festgestellt. Die geringere TM- und OM-Verdaulichkeit der Presskuchensilagen im Vergleich zu den Originalsilagen lässt sich durch den höheren Gehalt an Faserkomponenten und den niedrigeren Zuckergehalt in den Presskuchensilagen erklären. Darüber hinaus trug auch die geringere NFC-Verdaulichkeit zur niedrigeren TM- und OM-Verdaulichkeit der Presskuchensilagen bei. Die OM-Verdaulichkeit von Presskuchensilage war im Vergleich zu Studien von Damborg et al. (2019, 71,6 %) und Savonen et al. (2019, 69,9 %) niedriger. Ein Grund für die geringere OM-Verdaulichkeit im aktuellen Versuch könnte eine höhere Flüssigkeitsausbeute beim Silagepressen sein. Der Presskuchen machte im vorliegenden Versuch ca. 68 % (auf TM-Basis) der ursprünglichen Silage aus, während der Presskuchenertrag in den Versuchen von Damborg et al. (2019) und Savonen et al. (2019) ca. 80 % betrug. Hochverdauliche Nährstoffe (z.B. Zucker, organische Säuren) werden während des Pressvorgangs ausgepresst. Eine höhere Pressintensität erhöht die Saftausbeute und kann den Anteil der hochverdaulichen Nährstoffe im Presskuchen verringern. Dies könnte die vergleichsweise geringe OM-Verdaulichkeit im aktuellen Versuch erklären. Infolge der geringeren Verdaulichkeit war der Energiegehalt der Presskuchen-Silagen um knapp 1 MJ ME und 0,7 MJ NEL niedriger als jener der Originalsilage.

Tabelle 2: Scheinbare Verdaulichkeit und Energiegehalt der Originalsilagen und den Presskuchensilagen aus Klee gras- bzw. Rotklee

Merkmale	Futtermittel				s _e	P Werte			R ²
	RG	RK	RG_PK	RK_PK		Bot	BE	Bot x BE	
Scheinbare Verdaulichkeit, %									
Trockenmasse	72,3	74,0	66,3	64,9	2,3	0,925	<0,001	0,234	79,2
Rohprotein	62,8	68,5	46,3	51,7	3,2	0,010	<0,001	0,930	91,2
Rohfett	49,3	47,4	50,4	47,8	4,3	0,351	0,756	0,878	9,9
Rohfaser	65,6	62,7	67,1	66,0	2,6	0,182	0,124	0,526	33,6
Organische Masse	74,7	76,6	67,6	66,7	2,1	0,666	<0,001	0,243	85,3
NDF	64,6	58,4	63,4	54,8	3,5	0,003	0,221	0,536	63,6
ADF	63,9	62,4	62,0	56,6	3,4	0,087	0,057	0,314	46,8
NFC	91,2	94,5	84,3	89,1	1,1	<0,001	<0,001	0,261	94,5
Energiegehalt, MJ/kg TM									
ME	10,21	10,46	9,44	9,34	0,27	0,628	<0,001	0,267	80,8
NEL	6,14	6,33	5,54	5,47	0,19	0,608	<0,001	0,237	83,2

RG = Rotklee grassilage; RK = Rotklee silage; PK = Presskuchen; se = Reststandardabweichung; Bot = Botanische Zusammensetzung; BE = Behandlung (Silage vs. Presskuchen); R² = Bestimmtheitsmaß; NDF = Neutrale-Detergenzien -Faser; ADF = Säure-Detergenzien-Faser; NFC = Nicht-Faser-Kohlenhydrate; ME = metabolisierbare Energie; NEL = Netto-Erneuerlaktation

3.2 Ergebnisse des Milchkuhversuchs

3.2.1 Nährstoffgehalt der Gesamtmischrationen (TMR)

Die Nährstoffzusammensetzung der im Milchviehversuch verwendeten Futtermittel ist in Tabelle 3 aufgeführt. Der TM-Gehalt in den drei TMR-Gruppen war nahezu identisch (39 %). In der TMR der Kontrollgruppe (K) waren die XP-, NFC-, P- und K-Gehalte höher und die XL-, XF-, NDF-, ADF- und ADL-Gehalt geringer als in V1 und insbesondere V2. Die im Hammelversuch ermittelten Energiegehalte lagen in allen Mischungen im Bereich von 6,1 bis 6,3 MJ NEL/kg TM. Berücksichtigt man die unterschiedlichen Rohaschegehalte

Tabelle 3: Nährstoffzusammensetzung der im Versuch mit Milchkühen verwendeten Gesamtmischrationen (Gewicht in TMR)

	Gruppe K		Gruppe V1		Gruppe V2	
	Mittel	Std.	Mittel	Std.	Mittel	Std.
Anzahl	9		9		9	
TM, g/kg FM	389	10,4	392	6,9	393	10,2
XP, g/kg TM	141	8,9	135	5,8	132	4,8
XL, g/kg TM	22	3,4	22	2,6	24	1,7
XF, g/kg TM	218	7,3	233	13,9	247	16,4
NfE, g/kg TM	536	13,7	532	16,1	525	16,9
XA, g/kg TM	82	1,5	79	3,0	72	1,3
OM, g/kg TM	918	1,5	921	3,0	928	1,3
NDF, g/kg TM	382	28,9	401	34,0	424	39,0
ADF, g/kg TM	264	9,1	278	16,2	298	7,8
ADL, g/kg TM	32	6,9	30	3,8	33	5,1
NFC, g/kg TM	372	25,9	364	33,3	349	37,5
UDP, g/kg TM	27	1,7	27	1,1	27	1,0
nXP, g/kg TM	140	1,7	138	1,2	142	0,9
RNB, g/kg TM	0,3	1,16	-0,4	0,74	-1,5	0,62
ME, MJ/kg TM	10,23	0,025	10,13	0,034	10,46	0,013
NEL, MJ/kg TM ¹⁾	6,13	0,014	6,06	0,019	6,28	0,011
NEL, MJ/kg OM ¹⁾	6,67	0,016	6,58	0,021	6,77	0,012
Ca, g/kg TM	8,0	0,59	7,7	0,73	7,1	0,56
P, g/kg TM	3,6	0,19	3,3	0,11	3,1	0,12
K, g/kg TM	22,4	1,00	20,3	0,83	17,6	0,74
Mg, g/kg TM	2,3	0,12	2,2	0,14	2,0	0,10
Na, g/kg TM	1,48	0,124	1,44	0,171	1,48	0,176
Cu, mg/kg TM	13	1,6	12	1,4	13	1,6
Mn, mg/kg TM	60	6,9	64	9,1	60	8,5
Zn, mg/kg TM	49	6,7	48	7,0	52	7,5
Fe, mg/kg TM	677	1,1	671	2,2	693	1,0

TM = Trockenmasse, XP = Rohprotein; XL = Rohfett; XF = Rohfaser; OM = organische Substanz; NfE = stickstofffreie Extraktstoffe; NDF = Neutrale-Detergenzien-Faser, ADF = Säure-Detergenzien-Faser, ADL = Säure-Detergenzien-Lignin, NFC = Nicht-Faser-Kohlenhydrate; UDP = unabbaubares Futterprotein; nXP = nutzbares Rohprotein am Dünndarm; RNB = ruminale N-Bilanz; ME = metabolisierbare Energie; NEL = Nettoenergie für die Laktation

¹⁾ Energiegehalt berechnet nach GfE (1991) mit den Verdaulichkeitsergebnissen des Hammelversuchs

bzw. den Gehalt an organischer Substanz, so lagen die Energiekonzentrationen in allen drei Gruppen auf einem vergleichbaren Niveau (6,6-6,8 MJ NEL/kg OM).

3.2.2 Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Futter-, Nährstoff- und Energieaufnahme der Milchkühe zusammengefasst. Die tägliche Futteraufnahme war in der Gruppe V1 (25% Rotkleegrassilage-Presskuchenanteil am Grundfutter; 19,15 kg TM/d) am höchsten und in der Gruppe V2 (50% Rotkleegrassilage-Presskuchen am Grundfutter; 18,19 kg TM/d) am niedrigsten. Die Kontrollgruppe ohne Presskuchen lag dazwischen (18,85 kg TM). Erwartungsgemäß sank die Rohprotein-, die N-freie Extraktstoff- (NfE) und die NFC-Aufnahme von Gruppe K zu V1 und V2 signifikant. Im Gegensatz dazu stieg die Aufnahme der strukturellen Kohlenhydratfraktionen (NDF, ADF, ADL, Rohfaser) von Gruppe K zu V2 an. Auch die ruminale N-Bilanz nahm von K über V1 bis V2 ab. Diese Veränderungen in der Nährstoffzusammensetzung können die etwas eingeschränkte Futteraufnahme in V2 erklären. Das Pressen der Silage bewirkt auch eine Verringerung des Mineralstoffgehalts im Presskuchen. Dies führte zu einer leichten Abnahme der Aufnahme an den Mengenelemente Ca, K und P von Gruppe K über V1 zu Gruppe V2.

Tabelle 4: Futter-, Nährstoff- und Energieaufnahme der Milchkühe in den Gruppen K, V1 und V2

Merkmale ^{a)}	K	V1	V2	s _e	P-Wert Gruppe
Futteraufnahme (kg TM/d)	18,95 ^{ab}	19,15 ^a	18,19 ^b	1,158	0,037
Std.	0,297	0,296	0,297		
ME-Aufnahme (MJ ME/d)	194,0	193,9	190,6	13,29	0,548
Std.	2,81	2,80	2,81		
Nettoenergie-Aufnahme (MJ NEL/d)	116,2	115,9	114,4	7,86	0,689
Std.	1,70	1,70	1,71		
Rohprotein-Aufnahme (kg/d)	2,70 ^a	2,59 ^a	2,40 ^b	0,206	<0,001
Std.	0,047	0,047	0,047		
nXP-Aufnahme (kg/d)	2,655	2,642	2,580	0,1807	0,278
Std.	0,0389	0,0388	0,0390		
RNB (Ruminal N Bilanz, g N/d)	7,08 ^a	-6,8 ^b	-20,2 ^c	11,88	<0,001
Std.	1,58	1,58	1,59		
NDF-Aufnahme (kg/d)	7,22 ^b	7,65 ^{ab}	7,75 ^a	0,744	0,035
Std.	0,161	0,160	0,160		
ADF-Aufnahme (kg/d)	4,98 ^b	5,29 ^b	5,44 ^a	0,407	0,001
Std.	0,094	0,094	0,094		
P-Aufnahme (kg/d)	0,069 ^a	0,064 ^b	0,056 ^c	0,005	<0,001
Std.	0,0012	0,0012	0,0012		

^{a)} Zahlen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile weisen auf einen signifikanten Unterschied (P<0,05) im paarweisen Gruppenvergleich hin

3.2.3 Milchleistung und Qualität

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse zur Milchleistung und Milchqualität dargestellt. Es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede bei der täglichen Milchleistung und den Hauptnährstoffgehalten und -leistungen (Eiweiß, Fett, Laktose) festgestellt. Auch die Milchezellzahl lag in allen Gruppen auf einem sehr guten Niveau. Die Milchharnstoffwerte waren, wie auf vielen Biobetrieben im Winter, niedrig. Der Milchharnstoffgehalt

Tabelle 5: Milchleistung und Milchqualität in den Gruppen K, V1 und V2

Merkmale ^{a)}	K	V1	V2	s _e	P-Wert-Gruppe
Milchleistung (kg/d)	23,69	24,14	23,25	0,751	0,595
Std.	0,684	0,681	0,684		
ECM (kg/d)	24,50	24,99	23,43	1,384	0,329
Std.	0,835	0,832	0,836		
Milcheiweiß (%)	3,12	3,09	3,03	0,066	0,323
Std.	0,044	0,044	0,044		
Milchfett (%)	4,46	4,51	4,31	0,475	0,336
Std.	0,108	0,107	0,108		
Milch-Harnstoffgehalt (mg/100 ml)	12,4 ^a	11,0 ^{ab}	9,2 ^b	1,32	0,001
Std.	0,59	0,59	0,60		

^{a)} Zahlen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile weisen auf einen signifikanten Unterschied (P<0,05) im paarweisen Gruppenvergleich hin

nahm von Gruppe K bis V2 ab. Der niedrige Harnstoffgehalt in V2 könnte bereits auf eine mangelhafte N-Versorgung der Pansenmikroben hinweisen, was neben den höheren Strukturkohlenhydratgehalten in V2 auch die Pansenfermentation und Futteraufnahme eingeschränkt haben könnte.

3.2.2 Nährstoff- und Energieversorgung, Körperreservparameter und Futteraufwand

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse zur Nährstoff- und Energieversorgung sowie zu den Parametern Körperreserve (Tageszunahme, BCS, Rückenfettdicke) und Futteraufwand dargestellt. Mit Ausnahme von Phosphor (Bilanz und Aufwand) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Die Tiere aller Gruppen waren energetisch bedarfsgerecht versorgt, die Nährstoffbedarfsdeckung lag im Bereich von 100%. In der Gruppe V1 wurde eine leichte energetische Unterversorgung errechnet, dafür zeigten die Tiere in V1 die höchste Milchleistung. Die Daten zur Körperkondition, Rückenfettdicke und zum Körpergewicht zeigten in allen Gruppen keine Auffälligkeiten.

In Bezug auf Phosphor wurde ein Rückgang des Aufwands von Gruppe K über V1 zu V2 festgestellt. Bei P-Überschussrationen, wie sie im vorliegenden Versuch in allen Gruppen vorlagen (P-Bilanz positiv), verbessert sich die P-Effizienz also, wenn Presskuchen mit geringerem P-Gehalt verwendet wird. In diesem Fall sind auch geringere P-Ausscheidungen zu erwarten.

4 Schlussfolgerungen

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Kühe in allen Versuchsgruppen mit einer Gesamtmischung mit vergleichbarem Trockenmassegehalt gefüttert wurden. Mit Ausnahme der ersten Tage nach einer Rationsumstellung (ersten Tage in der Übergangswoche) wurden keine signifikanten Unterschiede in der Akzeptanz der Rationen festgestellt. Auch die statistischen Auswertungen bezüglich des Sortierverhaltens und der Futterauswahl (Partikellängenverteilung, Nährstoffunterschiede zwischen dem angebotenen Futter und den Resten) zeigten keine signifikanten Gruppenunterschiede. Auch das Liegeverhalten der Tiere und die Bewegungen des Pansens (Wiederkäueraktivität etc.) unterschieden sich nicht zwischen den geprüften Rationen. Unter den geprüften Versuchsbedingungen zeigte ein Presskuchenanteil von bis zu 25 % im Grünfutter (18,5 % der Gesamtration) keine negativen Auswirkungen auf die

Tabelle 6: Energie-, nXP- und P-Bilanz, Körpergewicht, Body Condition Score, Rückenfettdicke sowie Futter- und Nährstoffaufwand in den Gruppen K, V1 und V2

Merkmale ^{a)}	K	V1	V2	s _e	p-Werte Gruppe
Energiebilanz (MJ NEL/d)	1,0	-0,7	3,0	6,53	0,602
Std.	2,87	2,86	2,87		
nXP-Bilanz (g/d)	342	318	363	97,2	0,769
Std.	48,7	48,5	48,7		
Körpergewicht (kg)	598	600	597	2,3	0,988
Std.	19,1	19,1	19,1		
BCS (Punkte 1-5)	3,31	3,29	3,29	0,046	0,982
Std.	0,087	0,087	0,087		
RFD (Rückenfettdicke, mm)	9,3	8,8	9,3	1,25	0,291
Std.	0,31	0,31	0,31		
Energie-Aufwand/kg Milch (MJ NEL/kg ECM)	4,75	4,66	4,88	0,285	0,450
Std.	0,139	0,138	0,139		
TM-Aufwand/kg Milch (kg DM/kg ECM)	0,77	0,77	0,78	0,045	0,963
Std.	0,023	0,023	0,023		
Rohprotein Aufwand/kg ECM (kg/kg ECM)	0,11	0,10	0,10	0,010	0,146
Std.	0,003	0,003	0,003		
Rohprotein-Effizienz (%)	28	29	30	2,0	0,160
Std.	0,8	0,8	0,8		
P-Bilanz (g/d)	14,7 ^a	9,0 ^b	2,4 ^c	5,92	<0,001
Std.	1,54	1,53	1,54		
P-Aufwand/kg Milch (g/kg ECM)	3,0 ^a	2,8 ^{ab}	2,6 ^b	0,26	<0,001
Std.	0,07	0,07	0,07		

^{a)} Zahlen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben in einer Zeile weisen auf einen signifikanten Unterschied (P<0,05) im paarweisen Gruppenvergleich hin

Futteraufnahme, bei höheren Anteilen muss jedoch aufgrund des höheren Fasergehaltes und des geringeren Rohproteingehaltes mit einer reduzierten Futteraufnahme gerechnet werden. Die Rohprotein- und die NFC-Aufnahme sanken und die NDF- bzw. ADF-Aufnahme stieg von Gruppe K über V1 zu V2 an, die ruminale N-Bilanz nahm von K bis V2 ab. Diese Ergebnisse liefern mögliche Erklärungen für den leichten Rückgang der Futteraufnahme in V2. Auch die an den Milchkühen gemessene scheinbare Verdaulichkeit der Trockenmasse, des Rohproteins und der N-freien Extraktstoffe war in V2 am niedrigsten. Bei der scheinbaren Verdaulichkeit der Struktur-Kohlenhydrate wurden keine Unterschiede festgestellt, obwohl die Tiere in V2 am meisten davon aufnahmen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass beim Pressvorgang die Strukturbestandteile etwas aufgeschlossen wurden. Darauf deuten auch die Ergebnisse der Hammelversuche hin. Bei der Nettoenergieaufnahme wurden nur numerische Gruppenunterschiede festgestellt. Die Milchleistung und der Gehalt an Milchhaltsstoffen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den drei Gruppen, numerisch lag die Gruppe V2 am tiefsten. Die Abnahme des Milchharnstoff- und Blutplasma-Harnstoffgehaltes von K über V1 bis V2 weisen auf den Rückgang der N-Versorgung der Pansenmikroben hin. Sowohl in der Nährstoff- und Energieversorgung der Milchkühe als auch im Body-Condition-Score und den Hauptparametern des Futteraufwands wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt.

Für Phosphor wurde ein Rückgang des Aufwands von Gruppe K bis zu V2 berechnet. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Tiere in allen Gruppen mit P überversorgt waren und dieser Überschuss von Gruppe K bis V2 abnahm.

Die Ergebnisse des Versuchs zeigen, dass Rotkleegrassilage-Presskuchen ein geeignetes Futtermittel für Wiederkäuer darstellt. Bei der Gestaltung der Ration sind der reduzierte Rohproteingehalt und der steigende Gehalt an Strukturkohlenhydraten zu berücksichtigen.

Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, können unter vergleichbaren Fütterungsbedingungen Mengen von 25 % Presskuchen am Grundfutter (18,5 % der Gesamtration auf TM-Basis) ohne negative Effekte auf die Futteraufnahme und Leistung eingesetzt werden.

Aufgrund des geringeren Nährstoffbedarfs dürften am Ende der Laktation, während der Trockenstehzeit und zur Fütterung von Aufzuchtalbinnen, Schafen, Ziegen und Pferden höhere Presskuchenmengen (>25 % der Grundfutter-TM) ohne Leistungseinbußen einsetzbar sein. In diesem Fall ist der Nährstoffgehalt der Gesamtration durch die Wahl des Ergänzungsfutters an die jeweiligen Nährstoffversorgungsempfehlungen anzupassen.



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

5 Literaturverzeichnis

Pijlman, J., S. Koopmans, G. De Hang, F. Lenssinick, K.M. Van Houwelingen, J.P.M. Sanders, J.G.C. Deru and J.W. Erisman, 2018: Effect of feeding the grass fibrous fraction obtained from biorefinery on N and P utilisation of dairy cows. Proceedings of the 20th Nitrogen Workshop. June 25-27, 2018 Rennes, France, 431-433.

Damborg VK, Jensen SK, Johansen M, Ambye-Jensen M and Weisbjerg MR, 2019: Ensiled pulp from biorefining increased milk production in dairy cows compared with grass-clover silage. *Journal of Dairy Science* 102, 8883–8897.

DeVries, T.J., Holtshausen, L., Oba, M., Beauchemin, K.A., 2011: Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behaviour of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94, 4039–4045. <https://doi.org/10.3168/JDS.2011-4264>.

Endres, M.I. und A.E. Barberg, 2007: Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. *J. Dairy Sci.* 90, 4192–4200.

Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Thomsen, N., 1994: Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 77, 2695-2703.

Franco M, Hurme T, Winqvist E and Rinne M, 2019: Grass silage for biorefinery – a meta-analysis of silage factors affecting liquid-solid separation. *Grass and Forage Science* 74, 218–230.

GfE, 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder (Recommended energy and nutrient supply for dairy cows and growing cattle). Frankfurt am Main, Germany: DLG-Verlag; 2001.

- GfE, 1991:** Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern [Guidelines for determination of crude nutrient digestibility with ruminants]. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229–234.
- GfE, 2008:** New Equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc.Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191–197.
- GfE, 2009:** New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146.
- Horn, M, Steinwider, A, Gasteiner, J, Podstatzky, L, Haiger, A, Zollitsch, W, 2013:** Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livest. Sci.*153,135–146.
- Ito, K., D.M. Weary und M.A.G. von Keyserlingk, 2009:** Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 4412–4420.
- Kononoff PJ, Heinrichs AJ, Buckmaster DA.,2003:** Modification of the Penn State forage and TMR separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86(5):1858-1863.
- Ledgerwood, D.N., C. Winckler and C.B. Tucker, 2010:** Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behaviour of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93, 5129–5 139.
- LfL, 2020:** Der Ökologische Gesamtzuchtwert (August 2020). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- McEniry J and O’Kiely P, 2013:** The estimated nutritive value of three common grassland species at three primary growth harvest dates following ensiling and fractionation of press-cake. *Agricultural and Food Science* 22, 194–200.
- Rinne M, Jaakkola S, Kaustell K, Heikkilä T and Huhtanen P, 1999:** Silages harvested at different stages of grass growth v. concentrate foods as energy and protein sources in milk production. *Animal Science* 69, 251–263.
- Savonen, O., M. Franco, T. Stefanski, P. Mäntysaari, K. Kuoppala and M. Rinne, 2020:** Grass silage pulp as a dietary component for high-yielding dairy cows. *Animal*, 14 (7), 1472–1480.
- Schröder, U.J., Staufienbiel, R., 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.
- VDLUFA, 2012:** In: VDLUFA (Ed.), *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Umweltmethodik (VDLUFA Methodenbuch) Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln.* VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Germany.
- Wildman, E.E., Jones, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt, H.F., Lesch, T.N., 1982:** A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science* 65, 495-501.

Prüfung des Silage-Presssaftkonzentrats unter biologischen Hühnermastbedingungen

Manuel Winter¹, Andreas Steinwidder^{1*}, Michael Kropsch¹, Michael Mandl², Reinhard Resch¹ und Joseph B. Sweeney³

Zusammenfassung

Der Gewinnung von Eiweiß- und Aminosäurekonzentraten aus Grünlandbiomasse (Klee gras, Luzerne usw.) wird ein erhebliches Potenzial zur Versorgung von Monogastriern zugeschrieben. Im vorliegenden Versuch wurde ein Rotklee grassilage-Presssaftkonzentrat gewonnen und in einem simulierten Bio-Masthühnerversuch geprüft. Der Versuch wurde in zwei Durchgängen (54 bzw. 47 Tage), mit jeweils insgesamt 352 Bio-Masthühnern (JA57 Coloryield), in zwei identischen Ställen, mit jeweils 8 Boxen (N=22 Küken/Box), durchgeführt. Die Kontrollgruppe (K) und die Versuchsgruppen P-3, P-6 sowie P-9 wurden mit einem steigenden Rotklee grassilage-Protein-Konzentrationsanteil von jeweils 0 %, 3 %, 6 %, und 9 % der Trockenmasse des pelletierten Futters gefüttert. Die Herstellung des Konzentrats erfolgte durch Bioraffinierung aus siliertem Rotklee gras unmittelbar nach dem Pressvorgang. Unter Berücksichtigung der Normen der GfE (1999) wurden in allen Gruppen vergleichbare Aminosäuren-/Energie-Verhältnisse angestrebt. In den Versuchsgruppen (P-3 bis P-9) wurde der Gehalt an Sojabohnenkuchen reduziert und der Bedarf an Mineralstoffzusätzen ebenfalls verringert. Aufgrund des relativ geringen Gehalts an Rohprotein und Aminosäuren im Presssaftkonzentrat musste jedoch auch in den Versuchsgruppen der Anteil an Mais reduziert und der Anteil an Sonnenblumenkuchen und Erbsen teilweise erhöht werden. Da der Energiegehalt des Presssaftes aufgrund des hohen Mineralstoffgehaltes ebenfalls begrenzt war, wurde der Ration von P-9 auch kein bzw. weniger Luzerne-Mehl beigemischt. Das Presssaftkonzentrat enthielt auch organische Säuren, weshalb der Gehalt an organischen Säuren von P-3 bis P-9 anstieg. Lebendgewicht und Futteraufnahme wurden für jede Bucht wöchentlich separat erhoben. Die Versuchsdaten wurden mit einem gemischten Modell statistisch analysiert.

Der analysierte Nährstoffgehalt stieg von Gruppe K bis P-9 bei Rohasche, Ca, P und K an. Der Rohproteingehalt nahm leicht ab, und der Stärke- und Energiegehalt sank von Gruppe K bis P-9. Auch die Aminosäuregehalte nahmen von Gruppe K bis P-9 leicht ab. Bezogen auf den jeweiligen Energiegehalt (Aminosäuregehalt/MJ ME) waren diese Abnahmen ebenfalls gegeben, aber weniger deutlich ausgeprägt. Während des gesamten Versuchszeitraums nahmen die Broiler im Durchschnitt 2130 g zu und wiesen eine durchschnittliche Zunahme von 42 g pro Tag auf, was für Bio-Bedingungen auf ein hohes Produktionsniveau hinweist. Die Ausfälle waren sehr gering und es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Darüber hinaus konnten unabhängig von der Gruppe keine Hautveränderungen an den Füßen und keine Unterschiede im Trockenmassegehalt des Kots festgestellt werden. Durchfälle traten ebenfalls nicht auf. Die Futteraufnahme stieg von Gruppe K zu P-9 signifikant an, aber es wurde ein Rückgang bei der Wachstumsleistung von Gruppe K zu P-9 festgestellt. Daher war der Futteraufwand in der Gruppe P-9 signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Die Gruppen P-3 und P-6 lagen zwischen der Gruppe K und P-9, die Gruppe P-3 zeigte diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe. Der Lysin-Aufwand pro kg

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² tbw research GesmbH, Schönbrunner Str. 297, A-1120 Wien

³ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4, IE

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, email: andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

LG-Zuwachs stieg numerisch (nicht signifikant) von Gruppe K zu P-9 an, der Methionin+Cystin-Aufwand unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es keine Gruppenunterschiede in der Aminosäurenverwertung gegeben haben dürfte. In Anbetracht des steigenden berechneten Energieaufwandes und der zunehmenden Aufnahme von Rohasche und Kalium, sowie der geringeren Aufnahme von schwefelhaltigen Aminosäuren in P-9, könnte der erhöhte Futterraufwand pro kg Zuwachs in den Versuchsgruppen (insbesondere P-6 und P-9) auf eine verminderte Energieverwertung (hoher Säuregehalt in P-6 und P-9, erhöhte Rohasche- und K-Aufnahme) und/oder die eingeschränkte Aufnahme von Methionin+Cystin zurückzuführen sein. Die Fütterungsgruppen unterschieden sich in keinem der untersuchten Qualitätsparameter des Schlachtkörpers signifikant. In allen Gruppen wurde eine gute Fleischqualität festgestellt. Der Gesamtfettgehalt im Brustmuskel stieg von Gruppe K zu Gruppe P-9 signifikant an. Dies kann im Hinblick auf die Fleischqualität (Saftigkeit und Zartheit) als günstig angesehen werden, deutet aber auch auf Unterschiede in der Nährstoffversorgung bzw. Verwertung hin. Möglicherweise könnte eine teilweise Entmineralisierung und auch Reduzierung des Säuregehalts, oder eine Extraktion von Aminosäuren aus dem Presssaft, zu höheren möglichen Einmischraten beitragen. Diese Fragen sollten in weiteren Versuchen geprüft werden.

Schlagwörter: Grünes Protein, Bioraffinerie, Eiweiß aus Grünland, Geflügel, Silagepresssaft, Biologische Landwirtschaft

Summary

The extraction of protein and amino acid concentrates from grassland biomass (clover grass, alfalfa, etc.) is considered to have considerable potential for supplying monogastric animals. In the present trial, a clover-grass silage pressed juice concentrate was obtained and tested in a organic broiler trial. The trial was conducted in two runs (54 and 47 days, respectively), each with a total of 352 organic broiler chickens (JA57 Coloryield), in two identical houses, each with 8 boxes (N=22 chicks/box). The control group (K) and the experimental groups P-3, P-6, as well as P-9 were fed with increasing levels of clover grass silage protein concentrates of 0%, 3%, 6%, and 9% of the dry matter of the pelleted diet, respectively. The concentrate was produced by biorefining from ensiled clover grass. Considering the standards of GfE (1999), comparable amino acid/energy ratios were aimed in all groups. In the experimental groups (P-3 to P-9), the soybean cake content was reduced and the requirement for mineral supplements was also reduced. However, due to the relatively low crude protein and amino acid content of the pressed juice concentrate, the corn content also had to be reduced and the sunflower cake and pea content partially increased in the experimental groups. Since the energy content of the pressed juice was also limited due to the high mineral content, no or less alfalfa meal was also added to the P-9 ration. The pressed juice concentrate also contained organic acids, so the organic acid content increased from P-3 to P-9. Live weight and feed intake were collected separately for each pen on a weekly basis. The experimental data were statistically analyzed using a mixed model.

The analyzed nutrient content increased from group K to P-9 for crude ash, Ca, P and K. The crude protein content decreased slightly and the starch and energy content decreased from group K to P-9. The amino acid contents also decreased slightly from group K to P-9. In terms of the respective energy content (amino

acid content/MJ ME), these decreases were also present, but less pronounced. Throughout the trial period, broilers gained an average of 2130 g and showed an average gain of 42 g per day, indicating a high production level for organic conditions. Animal losses were very low and no significant group differences were observed. In addition, no skin lesions on the feet and no differences in dry matter content of the manure were observed regardless of group. Diarrhea also did not occur. Feed intake increased significantly from group K to P-9, but a decrease in growth performance was noted from group K to P-9. Therefore, feed effort was significantly higher in group P-9 than in the control group. Groups P-3 and P-6 were intermediate between group K and P-9, and group P-3 showed no significant differences from the control group in this regard. Lysine expenditure per kg LW gain increased numerically (not significantly) from group K to P-9, and methionine+cystine expenditure did not differ significantly between groups. The results suggest that there may not have been group differences in amino acid utilization. Considering the increasing calculated energy expenditure and the increasing intake of crude ash and potassium, as well as the lower intake of sulfur-containing amino acids in P-9, the increased feed expenditure per kg gain in the experimental groups (especially P-6 and P-9) could have been due to decreased energy utilization (high acidity in P-6 and P-9, increased crude ash and K intake) and/or the more restricted intake of methionine+cystine. The feeding groups did not differ significantly in any of the carcass quality parameters studied. Good meat quality was observed in all groups. The total fat content in the breast muscle increased significantly from group K to group P-9. This can be considered favorable in terms of meat quality (juiciness and tenderness), but also indicates differences in nutrient supply or utilization. It can be hypothesized that partial demineralization and also reduction of acidity, or extraction of amino acids from the pressed juice, could contribute to higher possible incorporation rates. These questions should be examined in further trials.

Keywords: green protein, biorefinery, protein from grassland, poultry, silage juice, organic farming

1 Einleitung

Pilotstudien haben gezeigt, dass die Gewinnung von Eiweiß- und Aminosäurekonzentraten aus Grünlandbiomasse (Kleegrass, Luzerne usw.) ein erhebliches Potenzial als künftige nachhaltig produzierte Eiweißversorgungsquellen für Nutztiere, und in einem nächsten Schritt für Menschen, haben könnte (Fog, 2018). Daher wurde im Rahmen dieses Projektes Eiweiß, das aus siliierter Bio-Kleegrassilage gewonnen wurde, als Bio-Masthühnerfutter getestet. Im Gegensatz zur Eiweißgewinnung aus Grünfütter kann durch die Silierung des angewelkten Grünfutters eine Futterreserve angelegt werden. Das bedeutet, dass das Protein das ganze Jahr über kontinuierlich gepresst werden kann und der Prozess der grünen Bioraffinerie nicht auf die Erntesaison beschränkt ist. Bei der Fest-Flüssig-Fraktionierung (Pressung) der Kleegrassilage gehen etwa 20-30% des Rohproteins aus der Silage in den Saft über. Darüber hinaus findet sich auch ein erheblicher Anteil der Gärtsäuren und Mineralstoffe im Presssaft wieder.

In einem dänischen Projekt wurde Proteinfutter aus frischem Kleegrasspresssaft an Geflügel getestet (Fog, 2018). Legehennen, die mit 4, 8 oder 12 Prozent Grasproteinkonzentrat gefüttert wurden, erzielten die gleiche Eileistung wie jene der Kontrollgruppe. Die Dotter in den Versuchsgruppen wiesen einen intensiveren Gelbton auf. In einem Versuch von Stødkilde et al. (2020) erreichten Broiler, die mit bis zu 13 % Rohprotein aus Presssaft (8 % Presssaft pro kg TM in der Ration) gefüttert wurden, die gleichen Mastleistungen wie die Kontrollgruppe. In den Schlacht-

körpern wurden höhere Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und mehr gelbe Pigmente festgestellt.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Pressversuchs und der Ergebnisse in der Literatur wurde davon ausgegangen, dass der Rationsanteil von nicht weiter verarbeitetem Presssaft in der Masthühner-Fütterung (Broilermast) nach oben hin begrenzt sein könnte (max. 6-12 % auf TM-Basis). In der vorliegenden Untersuchung wurden daher die Auswirkungen einer steigenden Rotkeegrassilage-Presssaftgabe auf die Mast- und Schlachtleistung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Silagepresssaft-Konzentrat, bis zu einer Einsatzobergrenze von 9 % in der Trockenmasse, geprüft. Bei der Rationsplanung wurden dabei auch die im Presssaft enthaltenen organischen Säuren und der Mineralstoffgehalt berücksichtigt. Die extrahierten Säfte aus der grünen Bioraffinerie, die für diesen Versuch verwendet wurden, wiesen auch relativ hohe Phosphorgehalte auf. Dies reduzierte die Notwendigkeit einer Phosphorergänzung in der Gesamtration, was wiederum die Futterkosten in den Versuchsgruppen senkte. Demgegenüber muss aber auch der hohe Kaliumgehalt des Presssaftes berücksichtigt werden, welcher die Einmischrate begrenzt. Organischen Säuren wird in der Fütterung aufgrund ihres Nährwerts und ihrer antimikrobiellen Wirkung zunehmend Aufmerksamkeit geschenkt, allerdings ist auch hier zu beachten, dass die Anwendungsmenge nach oben hin begrenzt sein dürfte.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchsställe und Methoden

Der Versuch wurde im Jahr 2022 im Geflügelstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Für den Fütterungsversuch standen zwei völlig getrennte, aber nebeneinanderliegende und identische Stallabteile (mit ca. 28 m²/Stall) zur Verfügung. Der Versuch wurde in zwei Mastdurchgängen durchgeführt, der erste dauerte 54 Tage, der zweite 47 Tage. In jedem der Versuchsställe wurde eine Kontrollgruppe (K) und drei Versuchsgruppen (P-3, P-6, P-9) gefüttert.

Im Versuch wurden die Bedingungen der Bio-Broilermast simuliert. Aus experimentellen Gründen wurde jedoch kein Außenstallbereich bzw. keine Weide zur Verfügung gestellt. In jedem Versuchsdurchgang wurden 352 eintägige Broilerküken der Rasse „JA57 Coloryield“ (langsam wachsende Rasse, für Bio-Geflügelmast zugelassen) gekauft und gleichmäßig auf die beiden Ställe (je 176) und sechzehn Buchten (je 22 mit ca. 3,5 m²/Bucht) verteilt. Die Einstreu in jeder Bucht bestand aus Holzspänen. Die Lufttemperatur betrug am ersten Tag 34 °C und wurde bis zum 28. Masttag täglich um 0,5 °C gesenkt. Ab diesem Zeitpunkt wurde die Temperatur bei 20 °C gehalten.

2.2 Versuchs-Futtermittel

Der Versuch umfasste drei Fütterungsperioden (Futter-Abschnitte). Im ersten Durchgang dauerte die Aufzuchtphase (Starter) von Tag 1 bis Tag 21, die Mastphase 1 von Tag 22 bis Tag 48 und die Mastphase 2 von Tag 49 bis 54. Im zweiten Durchgang dauerte die Aufzuchtphase von 1 bis 25 Tagen, die Mastphase 1 von 26 bis 29 Tagen und die Mastphase 2 von 30 bis 47 Tagen. Während der ersten fünf Tage der Aufzuchtphase erhielten alle Masthühner dieselbe Ration der Kontrollgruppe. In der Kontrollgruppe (K) war kein Presssaftkonzentrat in den Futterrationen enthalten, in den Versuchsgruppen P-3, P-6 und P-9 betrug der Gehalt an Presssaftkonzentrat pro kg Trockenmasse (TM) der Ration 3 %, 6 % bzw. 9 %. Die Nährstoff-Gehalte des verwendeten Rohsaftes können in Tabelle 1 abgelesen werden.

Tabelle 1: Nährstoff- und Energiegehalt des Presssaftkonzentrats

	Presssaftkonzentrat
Trockenmasse (% der FM)	63,0
Rohprotein (g/kg TM)	253
Lysin (g/kg TM)	7,84
Lysin (% des Rohproteins)	3,1
Methionin (g/kg DM)	1,76
Methionin (% des Rohproteins)	0,7
Cystin (g/kg DM)	0,64
Methionin+Cystin (g/kg TM)	2,40
Threonin (g/kg TM)	7,84
Tryptophan (g/kg TM)	0,30
Arginin (g/kg TM)	1,28
Valin (g/kg TM)	11,2
Isoleucin (g/kg TM)	8,0
Asparaginsäure und Asparagin	33,6
Serin	8,32
Glutaminsäure und Glutamin	15,04
Glycin	7,68
Alanin	14,4
Leucin	11,2
Phenylalanin	6,56
Histidin	2,72
Prolin	29,92
Metabolisierbare Energie (MJ AMEm/kg TM)¹⁾	11,3
Rohfett (g/kg DM)	7,0
Rohasche (g/kg DM)	196,8
Kalzium (g/kg DM)	16,4
Phosphor (g/kg DM)	8,8
Natrium (g/kg DM)	1,3
Chlor (g/kg DM)	2,5
Magnesium (g/kg DM)	6,8
Kalium (g/kg DM)	66
Kupfer (mg/kg DM)	6,3
Mangan (mg/kg DM)	173
Zink (mg/kg DM)	70
Milchsäure (g/kg DM)	402
Essigsäure (g/kg DM)	42
Buttersäure (g/kg DM)	14,2
Propionsäure (g/kg DM)	0,96

¹⁾Die Bewertung des Energiegehaltes der Futtermischungen erfolgte mit der WPSA-Schätzgleichung (WPSA, 1984), die Konzentrationen der organischen Säuren wurden bei der Energiebewertung berücksichtigt (Essigsäure: 12,2 MJ AMEn/kg TM; Buttersäure: 22,45 MJ AMEn/kg TM; Milchsäure: 14,55 MJ AMEn/kg TM) nach WPSA (1986).

Nur die Rationen der Kontrollgruppe (K; 0% Presssaftkonzentrat) und der Versuchsgruppe 3 (P-9; 9% Presssaftkonzentrat) wurden im Mischfutterwerk gemischt und pelletiert. Für beide Gruppen wurden alle drei Fütterungsphasen (Starter, Mast 1 und 2) hergestellt. Die Versuchsgruppen 1 (P-3) und 2 (P-6) wurden durch anteiliges Mischen der Futterrationen aus der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe 3 (P-3: 2 Teile K und 1 Teil P-9; P-6: 1 Teil K und 2 Teile P-9) für jede Fütterungsphase hergestellt. Die Zusammensetzung und die berechneten Nährstoffgehalte des Kontrollfutters (Starter, Mast 1 und Mast 2) und des Futters der Versuchsgruppe 3 (Starter, Mast 1 und Mast 2) sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Bio-Futtermischungen und berechnete Nährstoffgehalte¹⁾

Fütterungsperiode	Starter		Mast 1		Mast 2	
	1 bis 2		3 bis 6		7 bis 8	
Wochen in Durchgang 1						
Wochen in Durchgang 2	1 bis 4		5		6 bis 7	
Gruppe	K	P-9	K	P-9	K	P-9
Presssaftkonzentrat (%/kg TM)	0,0	9,0	0,0	9,0	0,0	9,0
Mais (%/kg DM)	31,37	24,24	29,55	24,09	27,00	20,42
Maisklebermehl (%/kg TM)	3,00	3,00	3,45	3,45	3,90	3,90
Weizen (%/kg TM)	11,04	10,00	10,50	7,80	19,00	20,00
Kartoffeleiweiß (%/kg TM)	2,00	2,00	1,56	1,56	1,10	1,10
Sojabohnen (%/kg TM)	6,00	6,00	4,00	4,00	0,00	0,00
Sojabohnenkuchen(%/kg TM)	25,11	16,00	20,00	16,09	13,88	12,90
Sonnenblumenkuchen (%/kg TM)	10,00	17,00	17,37	22,00	20,00	19,00
Erbsen (%/kg TM)	6,00	9,00	8,00	9,00	8,00	9,00
Luzernemehl (%/kg TM)	1,00	0,00	2,00	0,00	4,00	2,00
Mineralstoffe & Premix (%/kg TM)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Futterkalk (%/kg TM)	1,20	0,87	0,86	0,67	0,74	0,55
Monocalciumphosphat (%/kg TM)	2,25	1,90	1,75	1,40	1,48	1,23
Natriumchlorid (%/kg TM)	0,18	0,14	0,11	0,09	0,05	0,05
Berechnete Nährstoffgehalte						
Rohprotein (g/kg DM)	266	266	261	271	237	247
Metab. Energie (MJ ME/kg TM) ²⁾	13,5	13,0	13,1	12,8	12,8	12,7
Methionin+Cystin (g/kg TM)	8,8	8,4	8,8	8,7	8,2	8,0
Lysin (g/kg DM)	13,8	12,8	12,8	12,6	10,5	10,7
Tryptophan (g/kg TM)	3,1	2,8	2,9	2,8	2,6	2,5
Threonin (g/kg TM)	10,0	9,9	9,7	10,0	8,7	8,9
Phosphor (g/kg TM)	9,6	9,6	8,8	8,7	8,1	8,0
Kalium (g/kg TM)	12	16	12	16	11	15
Milchsäure (g/kg TM)	0	36	0	36	0	36
Essigsäure (g/kg TM)	0	4	0	4	0	4

¹⁾Die Mengen der Nährstoffe und der erstlimitierenden essentiellen AS (g Aminosäuren/MJ ME) entsprachen den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999). Die Ziel-Aminosäurekonzentration wurde an die jeweilige Energiekonzentration angepasst.

²⁾Die Bewertung des Energiegehaltes der Futtermischungen wurde nach den Schätzgleichungen der WPSA (1984) durchgeführt. In der Versuchsgruppe P-9 wurden die Konzentrationen der organischen Säuren bei der Energiebewertung berücksichtigt (Essigsäure: 12,2 MJ AMEn/kg TM; Buttersäure: 22,45 MJ AMEn/kg TM; Milchsäure: 14,55 MJ AMEn/kg TM); WPSA (1986).

Die Nährstoff- und limitierenden essentiellen Aminosäuregehalte (g Aminosäuren/MJ ME) entsprachen den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999) für Masthühner. Die Zielaminosäurenkonzentration wurde an die jeweilige metabolisierbare Energiekonzentration angepasst.

Daher lagen die berechneten Aminosäuren-Konzentrationen in P-9 etwas niedriger. In der Versuchsgruppe 3 (P-9) wurde der Gehalt an Sojakuchen reduziert und der Bedarf an Mineralstoffergänzung sank ebenfalls. Aufgrund des relativ niedrigen Gehalts an Rohprotein und Aminosäuren im Presssaftkonzentrat musste in Versuchsgruppe 3 (P-9) auch der Anteil an Mais reduziert werden, da der Energiegehalt des Presssaftes aufgrund des hohen Mineralstoffgehaltes ebenfalls begrenzt war. Das Presssaftkonzentrat enthielt auch organische Säuren, weshalb der Gehalt an organischen Säuren in P-9 etwas über 4% lag (Gehalt an Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Propionsäure - siehe auch Tabelle 1 und 2).

2.3 Mast-/Schlachtleistung und Fleischqualitätsparameter

Das Lebendgewicht wurde pro Versuchsdurchgang von jedem der 352 Tagesküken zu Beginn des Versuchs erfasst. Während des Versuchszeitraums (1. bis 54. Tag in Versuch 1 und 47. Tag in Versuch 2) wurden die Broiler aus jeder Bucht alle sieben Tage und am Ende der Mastperiode (54. und 47. Tag) gewogen. Die Futtermittelaufnahme wurde für jede Bucht am selben Tag erhoben, an dem das Wiegen stattfand. Parameter wie die täglichen Zunahmen und die Futtermittelaufnahme wurden daher für alle Tiere berechnet (N=88 pro Gruppe). Zwei Broiler aus jeder Bucht wurden zu Mastende in einem mobilen Schlachthof geschlachtet, um Daten zum Schlachtkörpergewicht und Effizienzparameter für Futter, Energie und Eiweiß pro kg Schlachtkörper zur Verfügung zu haben (N=16 pro Gruppe). In der Geflügelmast kann es zu Hautläsionen und Erkrankungen der Fußballen kommen. Um zu prüfen, ob es Unterschiede im Zustand der Fußballen zwischen den Fütterungsgruppen gab, wurden die Füße aller Tiere (N=347) nach der Schlachtung untersucht. Alle Füße wurden gewaschen und auf sichtbare Läsionen (Punktebewertung von 1 bis 5; 1=keine Veränderungen) hin untersucht.

Das Schlachtkörpergewicht (warm) wurde für jedes Tier erfasst und pro Box und Stall dokumentiert. Am Ende der Mastperiode wurden die Schlachtkörpergewichte und die Gewichte von Brust, Schenkeln mit Haut, Nieren, Leber und Abdominalfett bei zwei Hühnern gemessen, die nach dem Zufallsprinzip aus jeder der Versuchsbuchten entnommen wurden. Zusätzliche Daten zu Schlachtkörpergewichten und Fleischqualitätsparametern (Trockenmasse, Rohprotein- und Fettgehalt, Mineralstoffgehalt, Scherkraft, Grillsaftverluste, Fleischfarbparameter) wurden im Labor in Raumberg-Gumpenstein gemessen. Für die Erfassung der Fleischqualitätsparameter wurde dazu der Brustmuskel untersucht.

2.4 Datenverarbeitung und statistische Analyse

Die Datenverarbeitung erfolgte mit den Versionen 2016 von MS Excel und Access. Die statistische Analyse wurde mit einem gemischten Modell in SAS 9.4 (SAS Institute, 2012; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) durchgeführt. Das gemischte Modell für die Mast-, Schlacht- und Fleischqualitätsdaten enthielt die fixen Effekte der Gruppe (G: Kontrolle (K), P-3, P-6 und P-9), des Durchgangs (D: 1 und 2), des Stalls (S:1 und 2) und die Interaktion von G x D. Die Bucht innerhalb des Stalls wurde als zufälliger Effekt einbezogen. In dem Modell für die statistische Analyse der Schlachtleistungsdaten wurde das Tier (innerhalb der Bucht) als wiederholte Messung berücksichtigt. Für die statistische Signifikanz wurde das Wahrscheinlichkeitsniveau (P) auf $P \leq 0,05$ festgelegt, und P-Werte zwischen $0,05 < P \leq 0,10$ wurden als „tendenzielle Unterschiede“ definiert.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Nährstoffgehalt der Versuchsfuttermittel

In Tabelle 3 sind die analysierten Nährstoff- und Energiegehalte sowie die Säuregehalte in der Frischmasse für alle vier Fütterungsgruppen angeführt. Der Gehalt an Aminosäuren im Versuchsfutter wurde analysiert und ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 3: Analysierte Nährstoff- und Energiegehalte der Versuchsfuttermittel (pro kg TM)

Fütterungsperiode	Starter				Mast 1				Mast 2			
	K	P-3	P-6	P-9	K	P-3	P-6	P-9	K	P-3	P-6	P-9
Fütterungsgruppen Presssaft % im Futter (%/kg TM)	0	3	6	9	0	3	6	9	0	3	6	9
Trockenmasse (g/kg)	910	910	909	909	913	911	908	906	913	910	907	904
Rohprotein (g/kg TM)	268	264	261	257	258	258	258	259	232	234	236	239
Rohasche (g/kg TM)	51,5	57,0	62,5	68,0	78,0	79,0	80,0	81,0	84,5	83,3	82,2	81,0
Rohfett (g/kg TM)	72,5	73,0	73,5	74,0	76,0	76,3	76,7	77,0	68,0	66,7	65,3	64,0
Stärke (g/kg TM)	360	345	329	314	348	332	315	299	392	377	362	347
Zucker (g/kg TM)	51,5	52,8	54,2	55,5	48,5	50,3	52,2	54,0	47,5	47,8	48,2	48,5
Metab. Energie (MJ ME/kg TM) ^a	13,3	13,2	13,0	12,9	13,0	12,9	12,7	12,6	13,1	12,9	12,7	12,6
Kalzium (g/kg TM)	8,0	8,9	9,8	10,7	8,4	8,6	8,7	8,9	8,6	8,5	8,4	8,4
Phosphor (g/kg TM)	7,6	8,4	9,2	10,0	9,2	9,2	9,3	9,3	8,5	8,5	8,5	8,5
Magnesium (g/kg TM)	2,5	2,7	3,0	3,2	2,6	2,8	3,1	3,3	2,6	2,8	2,9	3,1
Kalium (g/kg TM)	11,0	12,7	14,3	16,0	11,0	12,8	14,7	16,6	9,9	11,4	12,9	14,4
Natrium (g/kg TM)	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Eisen (mg/kg TM)	283	321	359	397	183	243	304	364	263	289	315	341
Mangan(mg/kg TM)	158	159	160	161	163	159	155	151	163	161	159	157
Zink (mg/kg TM)	129	135	141	148	130	136	141	147	136	137	137	138
Kupfer (mg/kg TM)	28,6	29,5	30,4	31,4	29,6	30,4	31,2	32,0	29,1	29,3	29,6	29,9
Säuregehalt in FM												
Milchsäure (g/kg FM)	0,0	6,9	13,8	20,8	0,0	4,4	8,8	13,2	0,0	4,0	8,0	12,1
Essigsäure (g/kg FM)	0,0	0,8	1,6	2,4	0,0	0,5	0,9	1,4	0,0	0,4	0,9	1,3
Propionsäure (g/kg FM)	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2
Buttersäure (g/kg FM)	0,0	0,2	0,5	0,7	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,3
Gesamtsäure (g/kg FM)	0,0	8,0	16,0	24,0	0,0	5,0	10,0	15,0	0,0	4,7	9,3	14,0

^aDie Bewertung des Energiegehalts der Futtermischungen erfolgte nach den geschätzten Gleichungen der WPSA (1984). In den Versuchsgruppen wurden die Konzentrationen an organischen Säuren bei der Energiebewertung berücksichtigt (Essigsäure: 12,2 MJ AMEn/kg TM; Buttersäure: 22,45 MJ AMEn/kg TM; Milchsäure: 14,55 MJ AMEn/kg TM) gemäß WPSA (1986).

Wie die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen, stieg der Rohasche-, Ca-, P- und K-Gehalt von Gruppe K bis P-9 an, der Rohproteingehalt nahm leicht ab, während der Stärke- und Energiegehalt ebenfalls von Gruppe K bis P-9 abnahm.

Aus Tabelle 4 ist abzulesen, dass auch die Aminosäurekonzentration von Gruppe K bis P-9 leicht abnahm. Beim Energiegehalt (Aminosäuregehalt/MJ ME) waren die Rückgänge ebenfalls vorhanden, aber weniger deutlich ausgeprägt.

Tabelle 4: Analyierte Aminosäuregehalte der Versuchsfuttermittel (g/kg TM)

Fütterungsperiode Gruppe	Starter				Mast 1				Mast 2			
	K	P-3	P-6	P-9	K	P-3	P-6	P-9	K	P-3	P-6	P-9
P % im Futter (%/kg TM)	0	3	6	9	0	3	6	9	0	3	6	9
Trockenmasse (g/kg FM)	910	910	909	909	913	911	908	906	913	910	907	904
Aminosäuren (g/kg TM)												
Lysin	13,6	13,0	12,5	11,9	12,4	12,2	11,9	11,7	10,1	10,0	10,0	10,0
Methionin	4,3	4,2	4,1	4,0	4,3	4,2	4,1	4,1	3,9	3,9	3,8	3,8
Cystin	4,3	4,1	4,0	3,8	4,1	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	3,8	3,7
Methionin+Cystin	8,6	8,3	8,1	7,8	8,4	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,6	7,4
Threonin	9,8	9,6	9,4	9,2	9,5	9,5	9,4	9,4	8,4	8,4	8,5	8,5
Tryptophan	3,1	2,9	2,8	2,6	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
Arginin	17,1	16,5	16,0	15,4	16,4	16,1	15,9	15,6	14,1	13,9	13,8	13,6
Valin	12,9	12,6	12,4	12,2	12,4	12,4	12,4	12,4	10,9	10,9	10,9	11,0
Isoleucin	11,6	11,2	10,8	10,5	10,7	10,6	10,5	10,4	9,3	9,3	9,3	9,3
Asparaginsäure	25,7	25,4	25,2	24,9	24,4	24,6	24,8	25,1	20,5	20,9	21,3	21,7
Serin	12,6	12,2	11,9	11,6	12,2	12,0	11,9	11,7	10,7	10,8	10,8	10,8
Glutaminsäure	49,4	47,9	46,3	44,8	47,5	46,6	45,8	44,9	43,8	43,5	43,2	42,9
Glycin	11,4	11,2	11,0	10,8	11,4	11,3	11,3	11,2	10,2	10,2	10,1	10,1
Alanin	12,7	12,6	12,5	12,4	12,5	12,6	12,6	12,6	11,4	11,5	11,6	11,7
Leucin	22,2	21,5	20,8	20,0	21,1	20,8	20,4	20,1	19,2	19,0	18,9	18,7
Tyrosin	8,6	8,3	8,0	7,7	8,1	7,9	7,7	7,6	7,1	7,0	7,0	6,9
Phenylalanin	13,5	13,1	12,7	12,3	13,0	12,8	12,5	12,3	11,5	11,4	11,3	11,2
Histidin	6,6	6,4	6,1	5,9	6,4	6,2	6,1	6,0	5,5	5,5	5,4	5,3
Prolin	15,1	14,9	14,7	14,5	14,6	14,8	14,9	15,1	13,6	14,1	14,6	15,1
ME (MJ/kg TM)	13,32	13,17	13,01	12,86	13,03	12,88	12,74	12,59	13,09	12,91	12,73	12,55
Lysin/MJ ME	1,02	0,99	0,96	0,93	0,95	0,95	0,94	0,93	0,77	0,78	0,79	0,79
Methionin+ Cystin / MJ ME	0,64	0,63	0,62	0,61	0,64	0,64	0,64	0,63	0,61	0,60	0,60	0,59

3.2 Mastleistung, Ausfälle, Schlachtkörpergewicht und Futtermittelverwertung

Während des gesamten Versuchszeitraums nahmen die Broiler im Durchschnitt 2130 g zu. Die durchschnittlichen Tageszunahmen betragen 42 g, was auf ein hohes Produktionsniveau für Bio-Mastbedingungen hinweist (Tabelle 5). 42 g gelten als maximaler Bio-Zuwachs bei langsam wachsenden Rassen. Die Tierverluste waren sehr gering und es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Die Futteraufnahme stieg von Gruppe K bis P-9 signifikant an, jedoch wurde ein leichter Abwärtstrend in der Wachstumsleistung von Gruppe K bis P-9 festgestellt. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs oder pro kg Schlachtkörperzuwachs war in der Gruppe P-9 bei allen Parametern (TM-, XP-, ME-Aufwand) signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Daher nahm die Futter-

effizienz mit der Presssaft-Erhöhung ab. Die Gruppen P-3 und P-6 lagen diesbezüglich zwischen der Gruppe K einerseits und der Gruppe P-9 andererseits. Die Gruppe P-3 zeigte bei keinem der Effizienzparameter signifikante Unterschiede zur Kontrollgruppe. Bei der Summe der Lysin-Aufnahme (pro Tier über die gesamte Mastperiode) zeigten sich keine Gruppenunterschiede, bei der Methionin+Cystin-Aufnahme lag die Gruppe P-9 signifikant niedriger. Der Lysin-Aufwand pro kg LG-Zuwachs und der Methionin+Cystin-Aufwand unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es keine Gruppenunterschiede in der Aminosäurenverwertung gab. In Anbetracht des steigenden berechneten Energieaufwandes und der zunehmenden Aufnahme von Rohasche und Kalium, sowie der geringeren Aufnahme von schwefelhaltigen Aminosäuren in P-9 könnte der erhöhte Futteraufwand pro kg Zuwachs in den Versuchsgruppen (insbesondere P-6 und P-9) auf eine verminderte Energieverwertung (hoher Säuregehalt in P-6 und P-9, erhöhte Rohasche- und K-Aufnahme) und/oder eine eingeschränkte Aufnahme von Methionin+Cystin zurückzuführen sein.

3.3 Zusammensetzung des Schlachtkörpers und Fleischqualität

Wie die Ergebnisse der Schlachtkörperzusammensetzung in Tabelle 6 zeigen, unterschieden sich die vier Fütterungsgruppen in keinem der untersuchten Schlachtkörperparameter signifikant. Wie erwartet wurden Unterschiede in der Schlachtkörper-

Tabelle 5: Analytierte Aminosäuregehalte der Versuchsfuttermittel (g/kg TM)

Mastleistung ^{a)}	Gruppe (G)				S _e	P-Werte		
	K	P-3	P-6	P-9		G	D	G x D
Start-Lebendgewicht* (g)	37	36	36	36	0,7	0,404	<0,001	0,820
Mastendgewicht** (g)	2193	2202	2173	2098	45,6	0,093	<0,001	0,773
Zuwachs (g)	2156	2166	2137	2061	86,2	0,092	<0,001	0,776
Tageszunahmen (g)	42,6	42,7	42,1	40,6	0,87	0,087	<0,001	0,706
Ausfälle (%)	1,70	2,84	1,14	1,14	0,956	0,697	0,627	0,752
TM-Aufnahme (g/Tier)	4857 ^b	5058 ^{ab}	5375 ^a	5357 ^a	303,5	0,006	<0,001	0,201
TM-Aufnahme/Tier und Tag (g/d)	95,7 ^b	100 ^{ab}	106 ^a	106 ^a	0,99	0,009	<0,001	0,181
Futter-Aufwand (g TM/kg LG Zuwachs)	2242 ^c	2343 ^{bc}	2505 ^{ab}	2620 ^a	142,3	<0,001	0,003	0,026
MJ ME-Aufnahme/ Tier und Tag (g/d)	1,25	1,30	1,35	1,34	0,080	0,090	<0,001	0,165
Energie-Aufwand (MJ ME/kg LG Zuwachs)	29,4 ^c	30,4 ^{bc}	32,0 ^{ab}	33,2 ^a	1,83	0,002	0,004	0,025
Protein-Aufnahme/Tier und Tag (g/d)	24,1 ^b	25,3 ^{ab}	26,7 ^a	26,7 ^a	0,02	0,010	<0,001	0,189
Lys.-Aufnahme (g/Tier)	44,4	44,8	46,3	44,6	2,60	0,480	<0,001	0,110
Met. + Cys.-Aufnahme (g/Tier)	33,4 ^a	34,2 ^a	32,5 ^{ab}	31,1 ^b	0,75	<0,001	<0,001	0,048
Protein-Aufwand (g XP/kg LG Zuwachs)	565 ^c	590 ^{bc}	631 ^{ab}	659 ^a	35,1	<0,001	<0,001	0,033
Lys.-Aufwand (g/kg LG Zuwachs)	20,4	20,5	21,5	21,7	0,23	0,090	<0,001	0,024
Met. + Cys.-Aufwand (g/kg LG Zuwachs)	15,6	16,0	15,4	15,3	0,34	0,419	<0,001	0,144
Schlachtkörpergewicht (g)	1626	1547	1530	1463	23,4	0,215	<0,001	0,442
Futter-Aufwand (g TM/kg SK-Gewicht)	3016 ^c	3287 ^{bc}	3506 ^{ab}	3698 ^a	295,7	<0,001	0,031	0,059
Energie-Aufwand (MJ ME/kg SK-Gewicht)	39,5 ^b	42,7 ^{ab}	44,8 ^{ab}	46,9 ^a	3,87	0,006	0,038	0,060
Protein-Aufwand (g XP/kg SK-Gewicht)	761 ^b	827 ^{ab}	882 ^a	930 ^a	74,5	0,001	0,002	0,071

^{a)} Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hin; d=Tag; LG=Lebendgewicht; Lys= Lysin; Met= Methionin; Cys= Cystin; SK=Schlachtkörper

*1. Tag; **54./47. Tag jeweils in Durchgang 1 und 2.

zusammensetzung zwischen den beiden Durchgängen festgestellt, die auf die unterschiedlichen Mastendgewichte zurückzuführen sind. Es wurden jedoch keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Durchgang festgestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Schlachtkörperzusammensetzung, Abdominalfett, Leber und Nieren (Schlachtung in Raumberg-Gumpenstein, N=16 pro Gruppe)

Schlachtkörper-Zusammensetzung ²⁾	Gruppe (G)				s _e	P-Werte ¹⁾		
	K	P-3	P-6	P-9		G	D	G x D
Mastendgewicht (g)	2242	2205	2223	2218	64,9	0,766	<0,001	0,748
SK-Gewicht (warm) (g)	1531	1512	1535	1505	65,2	0,698	<0,001	0,740
Ausschlachtung (%)	68,4	68,7	69,1	67,9	1,85	0,312	0,037	0,952
Brust (% vom SK)	25,8	25,5	25,9	25,5	1,77	0,911	0,221	0,251
Schenkel mit Haut (% vom SK)	33,0	32,6	32,6	33,2	1,62	0,780	<0,001	0,748
Abdominalfett (% vom SK)	2,0	2,0	1,8	1,7	0,72	0,353	0,040	0,701

¹⁾ G=Gruppe; D=Durchgang (1 oder 2); G x D = Interaktion von Gruppe und Durchgang

²⁾ SK=Schlachtkörper

Tabelle 7: Fleischqualitätsparameter, gemessen im Brustmuskel (Schlachtung in Raumberg-Gumpenstein, N=16 pro Gruppe)

Fleischqualität ^{a)}	Gruppe (G)				s _e	p-Werte ¹⁾		
	K	P-3	P-6	P-9		G	D	G x D
Trockenmasse (g/kg FM)	261	260	259	259	3,9	0,840	0,023	0,150
Rohprotein (g/kg FM)	245	245	242	242	3,6	0,282	0,299	0,332
Gesamtfett (g/kg FM)	4,11 ^b	5,50 ^{ab}	6,63 ^a	6,90 ^a	1,667	0,024	0,607	0,563
Rohasche (g/kg FM)	12,3	12,5	12,6	12,4	0,32	0,633	0,141	0,883
Scherkraft (kg)	2,35	2,01	2,04	2,42	0,660	0,457	0,556	0,676
Grillsaftverlust - warmes Fleisch (%)	10,4	11,4	10,9	11,2	2,15	0,766	0,839	0,850

^{a)} Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hin; G=Gruppe; D=Durchgang (1 oder 2); G x D = Interaktion von Gruppe und Durchgang

Im Brustmuskel wurde in allen Gruppen eine gute Fleischqualität festgestellt (Tabelle 7). Mit Ausnahme des Fettgehalts im Brustmuskel und des Ca-Gehalts wurden bei den Fleischqualitätsparametern (Rohnährstoffgehalt, Mineralstoffgehalt, Scherkraft, Farbe) keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Gruppen festgestellt. Möglicherweise wirkte sich der Rückgang des Aminosäuregehalts von K zu P-9 limitierend aus, oder die organischen Säuren aus dem Presssaft führten zu höheren Fetteinlagerungen.

3.4 Hautverletzungen an den Füßen sowie Trockenmasse und Nährstoffgehalt des Hühnermists

Unabhängig von der Fütterungsgruppe wurden bei keinem Huhn Hautveränderungen festgestellt. In keiner der Gruppen wurde ein Durchfall festgestellt und auch bei der Verschmutzung des Gefieders wurden keine Gruppenunterschiede beobachtet.

4 Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Versuch wurden die Auswirkungen einer steigenden Presssaftmenge auf die Mast- und Schlachtleistung unter simulierten Bio-Broilermastbedingungen untersucht. Für den Versuch wurde das Presssaftkonzentrat aus Rotkleegrassilage aus der zweiten Hauptpresskampagne, die im Januar 2022 durchgeführt wurde, verwendet.

Die Aminosäurekonzentrationen im Presssaft waren gering, so dass der „Ersatzwert von proteinreichen Rationskomponenten“ durch das Einmischen des Presssafts begrenzt war. Aufgrund des hohen Mineralstoffgehaltes war auch die Energiekonzentration im Presssaft begrenzt (11,3 MJ ME/kg TM). Relativ hohe Phosphorgehalte (8,8 g/kg TM) wurden festgestellt, was den Bedarf an P-Ergänzungsfuttermitteln in der Gesamtration und damit die Futterkosten reduzierte. Demgegenüber mussten die hohen Gehalte an Kalium (66 g/kg TM) und an organischen Säuren (über 4 % der TM) in der Rationsgestaltung berücksichtigt werden.

Der Versuch wurde in zwei Mastdurchgängen durchgeführt. Die Kontrollgruppe (K), die Versuchsgruppe 1 (P-3), die Versuchsgruppe 2 (P-6) und die Versuchsgruppe 3 (P-9) enthielten 0 %, 3 %, 6 % bzw. 9 % Presssaftkonzentrat pro kg TM. In den Versuchsgruppen (P-3 bis P-9) war der Gehalt an Sojabohnenkuchen reduziert und der Bedarf an Mineralstoffzusätzen ebenfalls verringert. Aufgrund des relativ geringen Gehalts an Rohprotein und Aminosäuren im Presssaftkonzentrat musste jedoch auch in den Versuchsgruppen der Anteil an Mais reduziert und der Anteil an Sonnenblumenkuchen und Erbsen teilweise erhöht werden. Da der Energiegehalt des Presssaftes aufgrund des hohen Mineralstoffgehaltes ebenfalls begrenzt war, wurde der Ration von P-9 auch kein bzw. weniger Luzerne-Mehl beigemischt. Das Presssaftkonzentrat enthielt auch organische Säuren, weshalb der Gehalt an organischen Säuren von P-3 bis in P-9 anstieg. Der analysierte Nährstoffgehalt stieg von Gruppe K bis P-9 bei Rohasche, Ca, P und K an. Der Rohproteingehalt nahm leicht ab, und der Stärke- und Energiegehalt sank von Gruppe K bis P-9. Auch die Aminosäuregehalte nahmen von Gruppe K bis P-9 leicht ab. Bezogen auf den jeweiligen Energiegehalt (Aminosäuregehalt/MJ ME) waren diese Abnahmen ebenfalls gegeben, aber weniger deutlich ausgeprägt.

Während des gesamten Versuchszeitraums nahmen die Masthühner im Durchschnitt 2130 g zu und wiesen eine durchschnittliche Zunahme von 42 g pro Tag auf, was für Bio-Bedingungen auf ein hohes Produktionsniveau hinweist. Die Ausfälle waren sehr gering und es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt. Darüber hinaus konnten unabhängig von der Gruppe keine Hautveränderungen an den Füßen und keine Unterschiede im Trockenmassegehalt des Kots festgestellt werden. Durchfälle traten ebenfalls nicht auf.

Die Futteraufnahme stieg von Gruppe K zu P-9 signifikant an, aber es wurde ein Rückgang bei der Wachstumsleistung von Gruppe K zu P-9 festgestellt. Daher war der Futteraufwand in der Gruppe P-9 signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Die Gruppen P-3 und P-6 lagen zwischen der Gruppe K und P-9, die Gruppe P-3 zeigte diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe. Weder der Lysin-Aufwand pro kg LG-Zuwachs noch der Methionin+Cystin-Aufwand unterschieden sich signifikant zwischen den Gruppen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es keine Gruppenunterschiede in der Aminosäurenverwertung gegeben haben dürfte. In Anbetracht des steigenden berechneten Energieaufwandes und der zunehmenden Aufnahme von Rohasche und Kalium, sowie der geringeren Aufnahme von schwefelhaltigen Aminosäuren in P-9 könnte der erhöhte Futteraufwand pro kg Zuwachs in den Versuchsgruppen (insbesondere P-6 und P-9) auf eine verminderte Energieverwertung (hoher Säuregehalt in P-6 und P-9, erhöhte Rohasche- und K-Aufnahme) und/oder die eingeschränktere Aufnahme von Methionin+Cystin zurückzuführen sein.

Die Fütterungsgruppen unterschieden sich in keinem der untersuchten Qualitätsparameter des Schlachtkörpers signifikant. In allen Gruppen wurde eine gute Fleischqualität festgestellt. Der Gesamtfettgehalt im Brustmuskel stieg von Gruppe K zu Gruppe P-9 signifikant an. Dies kann im Hinblick auf die Fleischqualität (Saftigkeit und Zartheit) als günstig angesehen werden, deutet aber auch auf die oben beschriebenen Unterschiede in der Nährstoffverwertung hin.

Die Versuchsdaten zeigen, dass ein unbehandeltes Silage-Presssaftkonzentrat dem biologischen Hühnermastfutter beigemischt werden kann und dass dieses Futter von den Masthühnern bis zu einer Einmischrate von 9 % in der TM gut angenommen wird. Da es

weder zu erhöhten Ausfällen noch zu Durchfall kam und keine Federverschmutzungen oder Fußballenprobleme auftraten, kann von einer guten Futtermittelverträglichkeit (bis zu einer Einmischrate von 9%) ausgegangen werden. Bei einer Einmischungsrate von 9 % in der Ration (und weniger ausgeprägt bei 6 %) wurde jedoch ein Rückgang der Wachstumsleistung und der Futtermittelfizienz, im Vergleich zur Kontrollgruppe, festgestellt. Bei der Gestaltung von Rationen mit unbehandeltem Silagepresssaftkonzentrat sind daher in jedem Fall die hohen Rohasche-, K- und Säuregehalte sowie die begrenzten bzw. unausgewogenen Aminosäuregehalte zu berücksichtigen. Möglicherweise könnte eine teilweise Entmineralisierung und auch eine Reduzierung des Säuregehalts, oder eine Extraktion von Aminosäuren aus dem Presssaft, zu höheren möglichen Einmischraten beitragen. Auch ein direkt aus Grünfutter extrahiertes Protein könnte zu günstigeren Ausgangsbedingungen führen. Diese Fragen sollten in weiteren Versuchen geprüft werden.



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

5 Literaturverzeichnis

Fog, E., 2018: Protein feed from clover grass for pigs and poultry. Results from Danish innovation projects. SEGES Organic Innovation. AGROMANIA 27–11-2018. Slides on organic eprints. Protein feed from clover grass for pigs AGROMANIA.pdf (orgprints.org); (06.12.2021).

Stødkilde, L., Ambye-Jensen M. und Krogh Jensen S., 2020: Biorefined grass-clover protein composition and effect on organic broiler performance and meat fatty acid profile. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

GfE-Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 1999: Ausschuss für Bedarfsnormen: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlag. Frankfurt am Main.

Hajati, H., 2018: Application of organic acids in poultry nutrition. Int. Journal of Avian & Wildlife Biology 2018, 3(4):324-329. DOI: 10.15406/ijawb.2018.03.00114

WPSA, 1984: The Prediction of Apparent Metabolizable Energy Values for Poultry in Compound Feeds. World's Poultry Science Journal, 40, 181-182.

WPSA, 1986: WPSA - Subcommittee Energy of the Working Group nr. 2. Nutrition of the European Federation of Branches of the WPSA. European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. ISBN 90-71463-12-5. Beekbergen. NL.

Prüfung des Potenzials von Futterkohle (Biochar) zur Reduktion der Methanemissionen in der Milchviehhaltung

Georg Terler^{1*}, Ernst Holler², Manuel Winter¹, Michael Mandl³, Andreas Steinwidder¹, Joseph B. Schweeney⁴ und Kevin McDonnell⁴

Zusammenfassung

Futterzusätze werden als eine von mehreren Möglichkeiten gesehen, Methanemissionen aus der Wiederkäuerfütterung zu reduzieren. In diesem Versuch wurde der Effekt der Zufütterung von Biokohle bzw. von Biokohle und Harnstoff auf die Leistung und Methanproduktion von Milchkühen untersucht. Dafür wurden 18 Milchkühe verwendet und der Versuch als 3 × 3 Lateinisches Quadrat durchgeführt. Die Kühe wurden in drei Fütterungsgruppen unterteilt, welche sich im Futterzusatz unterschieden: Kontrollgruppe ohne Futterzusatz (KO), Biokohle-Zufütterung (BK) und Biokohle- und Harnstoff-Zufütterung (BK+HS). Der Versuch umfasste 3 Perioden, wobei die Zuteilung der Kühe zu den Fütterungsgruppen nach jeder Versuchsperiode getauscht wurde, sodass am Ende jede Kuh einmal in jeder Fütterungsgruppe war. In allen drei Fütterungsgruppen erhielten die Kühe eine Grundfuttermischung zur freien Aufnahme und im Durchschnitt 5 kg Kraftfutter pro Tag. Die Methanproduktion wurde in Respirationkammern gemessen. Die Zufütterung von Biokohle bzw. Biokohle und Harnstoff hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Aufnahme von Trockenmasse, Energie und nutzbarem Rohprotein. Jedoch waren die Lignin-Aufnahme in der BK-Gruppe und die Rohproteinaufnahme in der BK+HS-Gruppe höher als in der KO-Gruppe. Die Fütterung der Futterzusätze hatte kaum Einfluss auf die Milchleistung und die Milchzusammensetzung. Lediglich der Harnstoffgehalt der Milch war in der BK+HS-Gruppe deutlich höher als in den beiden anderen Gruppen. Die Futterverwertung, die Verdaulichkeit der Ration und die Methanproduktion wurden durch die Ergänzung der Futterzusätze nicht beeinflusst. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergänzung von Biokohle in Milchviehrationen die Methanemissionen nicht reduziert, jedoch auch keine negativen Auswirkungen auf die Leistung der Milchkühe hat.

Schlagwörter: Futterzusätze, Methanreduktion, Verdaulichkeit, Rinder, Effizienz

Summary

Feed additives are one of a number of climate change mitigation strategies being sought to reduce methane emissions in ruminants. In this study, the effect that biochar or biochar and urea supplementation has on dairy cow performance and methane production, was assessed. 18 cows were used in a 3 × 3 Latin Square design with three feeding groups: Control with no supplementation (CO), Biochar supplementation (BC, 200 g/d) and Biochar and Urea supplementation (BC+U, 200 g/d biochar and 90 g/d urea). All cows were fed a forage mixture ad libitum and 5 kg concentrates per day, on average. Methane emissions were measured in respiration chambers. Biochar as well as biochar and urea supplementation

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Biochar-Nergy GmbH, Gabersdorf 11, A-8424 Gabersdorf

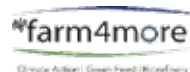
³ tbw research GesmbH, Schönbrunner Str. 297, A-1120 Wien

⁴ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4, IE

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

did not affect total dry matter, energy and utilisable protein intake. However, lignin intake was higher in the BC group and crude protein intake was higher in the BC+U group compared to the CO group. Supplementation of feed additives did not affect milk production and milk composition, except for a higher milk urea content in the BC+U group. Feed conversion, diet digestibility and methane production were not affected by feeding strategy. In conclusion, biochar supplementation does not reduce methane emissions, but also does not negatively affect dairy cow performance.

Keywords: feed additives; methane reduction; digestibility; cattle; efficiency



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

Wirkung von Futterkohle (Biochar) auf Leistung und Emissionen in der Hühnermast

Manuel Winter¹, Ernst Holler², Michael Kropsch¹, Andreas Steinwidder^{1*},
Michael Mandl³, Georg Terler¹, Reinhard Resch¹, Joseph B. Sweeney⁴
und Kevin McDonnell⁴

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einsatz von Biokohle in der Hühnermast (Broiler) getestet. Der Versuch wurde in vier Mastdurchgängen durchgeführt, jeweils vom 1. bis zum 35. Lebenstag der Tiere. In jedem Versuchsdurchgang wurden 840 Küken der „Ross-Rasse“ gleichmäßig auf acht Buchten (je 105 mit ca. 7 m²/Bucht) in zwei Ställen (je 420) verteilt. Als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Biokohle diente reines Eschenholz. In der Biokohle-Versuchsgruppe (B) wurde die Biokohle ergänzt und der Gehalt pro kg Frischmasse (FM) von 0,5 % in der Mastperiode 2 auf 0,8 % in Periode 3 und 1,0 % in Periode 4 erhöht. Die übrigen Rationskomponenten entsprachen der Kontrollgruppe. Im Vergleich zu den Empfehlungen der GfE (1999) entsprechen sowohl die Rohprotein- als auch die Mineralstoffgehalte aller Mischungen den Empfehlungen. Da die Biokohle dem Futter in der Versuchsgruppe (Mastabschnitt P2, P3 und P4) zugesetzt wurde, kam es dadurch zu leichten Verdünnungseffekten.

Die beiden Fütterungsgruppen unterschieden sich in keinem der Mastparameter signifikant. Die täglichen Zunahmen betragen im Durchschnitt 56 g und die Futtereffizienzparameter (1,40 kg TM Futter/kg LW-Zunahme) weisen auf ein gutes Produktionsniveau hin. Die individuell erfassten Schlachtkörpergewichte aller geschlachteten Tiere waren in der Kontrollgruppe tendenziell höher (P=0,084). Sowohl das Brustgewicht, als auch der Brustanteil des Schlachtkörpers waren in der Biokohle-Gruppe signifikant niedriger. Tendenziell war im Brustmuskel auch der Rohproteingehalt numerisch niedriger und der Fettgehalt numerisch höher. Diese Ergebnisse deuten auf eine geringere Umwandlung von Protein in Muskelmasse hin. Es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede bei den NH₃-Emissionen festgestellt. Zahlenmäßig waren die Emissionen in der Biokohle-Gruppe sogar leicht höher, obwohl der Proteingehalt im Futter leicht geringer war. Auch bei den N₂O- und CH₄-Emissionen wurden keine signifikanten Effekte gemessen. Auch bei den olfaktrometrisch ermittelten Geruchsstoffkonzentrationen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt werden, jedoch waren die Geruchsemissionen in der Biokohlegruppe tendenziell geringer.

Schlagwörter: Futterzusätze, Kohle, Futterkohle, Methan, Emissionen, Geflügelmast, Effizienz

Summary

In the present study, the use of biochar in broiler fattening was tested. The trial was conducted in four fattening runs, each conducted from day 1 to day 35 of the broilers' lives. In each experimental run, 840 broiler chicks of the „Ross breed“

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Biochar-Nergy GmbH, Gabersdorf 11, A-8424 Gabersdorf

³ tbw research GesmbH, Schönbrunner Str. 297, A-1120 Wien

⁴ LIFE farm4more, School of Biosystems Engineering, University College Dublin, Dublin 4, IE

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder email: andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

were evenly distributed among eight pens (105 each with approximately 7 m²/pen) in two barns (420 each). Pure ash wood was used as the starting material for the production of the biochar. In the biochar experimental group (B), the biochar was supplemented and the content per kg fresh matter (FM) was increased from 0.5% in fattening period 2 to 0.8% in period 3 and 1.0% in period 4. The remaining ration components were the same as the control group. Compared to GfE recommendations (1999), both crude protein and mineral contents of all mixtures were in accordance with the recommendations. Since the biochar was added to the feed in the experimental group (fattening section P2, P3 and P4), a slight dilution effect occurred in the experimental group.

The two feeding groups did not differ significantly in any of the fattening parameters. Daily gains averaged 56 g and feed efficiency parameters (1.40 kg DM feed/kg LW gain) indicate a good production level. Individually recorded carcass weights of all slaughtered animals tended to be higher in the control group (P=0.084). Both breast weight and carcass breast percentage were significantly lower in the biochar group. There was also a tendency for the crude protein content to be numerically lower and the fat content to be numerically higher in the breast muscle. These results indicate a lower conversion of protein to muscle mass in the biochar group.

No significant group differences in NH₃ emissions were observed. In fact, numerically, emissions were slightly higher in the biochar group, even though protein content in the diet was lower. No significant effects were also measured for N₂O and CH₄ emissions. No significant differences between the feeding groups were also found for odor units measured by olfactometry, but odor emissions of air volume tended to be lower in the biochar group.

Keywords: feed additives; biochar, methane; emissions, poultry fattening, efficiency



Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Beteiligung der Europäischen Union zum Life-Projekt „LIFE Farm4More - Future Agricultural Management for multiple outputs on climate and rural development“ mit der Projektnummer LIFE 18 CCM /IE/001195 Farm4More.

Weitere Infos zum Projekt über www.farm4more.eu

Das KLEEKRAFT-Konzept Ein nachhaltiger Beitrag zur regionalen Eiweißversorgung

Manuel Böhm^{1*}

Zusammenfassung

Das Projekt KLEEKRAFT steht vor allem für ein neues Modell im Ackerbau, neben klassischen Marktfrüchten auch Futterleguminosen anzubauen und diese auch gewinnbringend zu vermarkten. Der Hauptgrund dafür liegt auf der Hand, denn Feldfutter kann extrem gut den Boden stabilisieren, Humus anreichern und die Leguminosen können auch große Mengen an Stickstoff sammeln, der den Folgefrüchten zugutekommt. Angebaut wird Luzerne und Co aber langfristig nur, wenn es sich auch „rechnet“. Und das tut es nur, wenn hochwertige Futtermittel damit erzeugt werden, die als „Kraftfutterkomponenten“ auch in Mischfutterwerken überregional zum Einsatz kommen können. Bleiben Futterleguminosen hingegen Raufutter, bleibt nur der regionale Markt für Silageballen, Heu oder im besten Fall eine Futter-Mist-Kooperation. Und der ist langfristig für viele viel zu wenig lukrativ.

Summary

The Project of KLEEKRAFT („Clover-Power“) is like a completely new concept in agriculture in which fodder legumes are integrated into the crop rotation in addition to the classic cash crops. This is because of the soil recovery effects, the carbon fixing effect and the large amount of nitrogen these plants can fix.

Farmers only grow fodder legumes if they can make money from them. This just works if the fodder legumes have the quality of concentrated feed which can be used and distributed by compound feed companies. If the fodder legumes are produced in larger quantities on the quality level of roughage there will be no real market for it and the economical rentability would be too low for the farmers.

Luzerne am Feld

Im KLEEKRAFT-Konzept ist die Basis für eine langfristig funktionierende Fruchtfolge ein 2-jähriger Luzerne-Klee-(Gras)-Schlag, auf den weitere 6 Jahre mit anderen Feldfrüchten folgen. Erst im neunten Jahr wird wieder Luzerne am selben Feld angebaut. Mit diesen 25% Luzerneanteil in der Fruchtfolge können entsprechende Effekte im Humusaufbau und der Bodenstabilisierung erreicht werden, die viele der Ackerböden so notwendig brauchen würden. Nur so wird sich viehloser Ackerbau im Großteil Mitteleuropas längerfristig erhalten können. Anders wird die Produktivität zu Lasten der Böden immer stärker sinken.

In der Praxis zeigt sich der KLEEKRAFT-Effekt vor allem in den höheren Erträgen, der geringeren Erosionsanfälligkeit und im niedrigeren Beikrautdruck in den Folgefrüchten. Das ergibt oftmals deutliche Ertragssteigerungen, die meist so groß sind, dass sie die 25% Feldfutter-Flächen kompensieren. Vereinfacht gesagt, erntet ein Landwirt auf seinem Hof immer noch gleichviel Körner, auch wenn er 25% Futterleguminosen anbaut. Zudem liefert die hohe Produktivität der Luzernebestände mit 10 Tonnen Trockenmasse pro Jahr bei 22% Eiweiß (XP) einen ungefähr doppelt so hohen Eiweiß-

¹ KLEEKRAFT GmbH, Lanzenbergweg 1 A-4492 Hofkirchen

* Ansprechpartner: Ing. Manuel Böhm, email: manuel.boehm@kleekraft.com

ertrag wie mit Sojabohnen (3t, 40% XP) zusätzlich zu den Erträgen der anderen Feldfrüchte.

Abbildung 1: Der KLEEKRAFT-Konzept steht für intakte und faire Kreisläufe



Verfahren

Nur bisher wird Luzerne auf Marktfruchtbetrieben nicht oder kaum angebaut, weil die Trocknungs- und Verarbeitungsmöglichkeiten fehlen, um Luzerne in entsprechender Futtermittelqualität mit hoher Energieeffizienz zu wirtschaftlich rentablen und marktfähigen Preisen zu produzieren.

Hier setzt das KLEEKRAFT-Konzept an. Das KLEEKRAFT-Werk ist eine Anlage, die etwa 50 Hektar Klee-Luzerne täglich frisch zu höchstwertigen Luzernepellets verarbeitet und das mit ausschließlich nachwachsender, größtenteils solarer Energie, die am Standort selbst produziert wird. In kleinen bäuerlichen Strukturen kann somit Wertschöpfung erzielt werden und der Landwirt wird nicht nur zum Futtermittelproduzent, sondern auch zum Energiewirt. Die anfallenden Luzerne-Protein-Pellets sind auf Grund der Verarbeitungsform (2-3 Stunden von der grünen Pflanze am Feld bis zum konservierten Material) und des ackerbaulichen Gesamtkonzepts (Fruchtfolge, Mischung, Saatgut, Sorten, Anbau, Düngung) nicht vergleichbar mit herkömmlichen, rohfaselastigen Grünmehlpellets, sondern als klassische Eiweißkomponente wie Sonnenblumenpresskuchen oder Ackerbohnen zu sehen und einzusetzen.

Fütterung

Einsatzerfahrung mit den KLEEKRAFT-XP- Pellets, die mindestens 22% XP garantieren, gibt es mittlerweile viele. Hauptsächlich kommen sie aktuell in Geflügelmast-Rationen



Abbildung 2: In einem KLEEKRAFT-Werk können ca. 50ha Luzerne im Jahr energieautark zu höchstwertigen Luzerneeiweiß-Pellets veredelt werden.

zum Einsatz, wo zwischen 4 und 10% in der Ration eingemischt werden. Die Zusatzeffekte, wie vitale Tiere mit Top-Verdauung, gesunden Fußballen, weniger Emissionen im Stall, weniger Kannibalismus und ruhigen Herden sind große Argumente für den Einsatz, wenn auch im kleinen Stil. Die eingesetzten Mengen reduzieren aber dennoch Sojakuchen, Ackerbohnen und Sonnenblumenkuchen, die ja mengenmäßig nicht uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

Daneben werden in vielen Rinderrationen die KLEEKRAFT-XP-Pellets gerne mit ca. 10% eingesetzt, weil die Tiere sie extrem gerne fressen und die Verdaulichkeit (nXP ca. 19%) bzw. der Energiewert (ca. 6,2 MJ NEL) sehr gut sind. Besonders durch die Wiederkäuerverdauung und den Umstand, dass Rinder aktuell in vielen "Bio-Ländern" die Kraftfutterverbraucher Nummer eins sind, steht natürlich in der Praxis verstärkt der Einsatz dort im Vordergrund. Dennoch wird auch laufend an der Einsetzbarkeit bei Mastschweinen (Boku-Mastversuch in Hatzendorf) oder in der Praxis bei Leistungs-Pferden, Gatterwild, Alpakas oder Nandus mit durch die Bank sehr zufriedenstellenden Ergebnissen getestet.

Kontakt:

www.kleekraft.com

Überlegungen zur Zukunftsfähigkeit der Bio-Nutztierhaltung

Werner Zollitsch¹, Christine Leeb¹ und Andreas Steinwider²

Zusammenfassung

Die Nutztierhaltung wird von verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen zunehmend kritisch gesehen. Dabei stehen häufig ihr Beitrag zum Klimawandel, die potenzielle Nahrungskonkurrenz zum Menschen sowie ein ungenügendes Ausmaß an Tierwohl im Zentrum der Kritik.

Der Bio-Tierhaltung wird einerseits zugebilligt, diesbezüglich eine bessere Alternative darzustellen, andererseits resultiert daraus auch eine entsprechende Erwartungshaltung. In dem Beitrag werden spezifische Stärken der Tierhaltung in der Biologischen Landwirtschaft in Hinblick auf die genannten Themenfelder angesprochen, aber auch auf die Notwendigkeit einer Verbesserung und Weiterentwicklung hingewiesen.

Die Strukturen der Verbände und Arbeitsgruppen, aber auch die Zusammenarbeit zwischen Praxis, Beratung und Wissenschaft bieten ein günstiges Umfeld, um die Zukunftsfähigkeit der Bio-Nutztierhaltung zu diskutieren und zu sichern.

Schlagwörter: Tierhaltung, tierische Produktion, Nachhaltigkeit, Entwicklung, Erwartungen

Summary

Farm animal husbandry is increasingly viewed critically by various societal groups. Criticism often focuses on its contribution to climate change, potential food competition with humans, and an insufficient level of animal welfare.

On the one hand, organic animal husbandry is conceded to be a better alternative in this respect; on the other hand, this also results in corresponding societal expectations. In this contribution, specific potential strengths of organic animal husbandry are addressed with regard to the above-mentioned topics; the need for improvement and further development is also pointed out.

The structures of organic farmers' associations and working groups, but also the cooperation between practice, advisory services and science, offer a favourable environment for discussing and securing the future viability of organic livestock farming.

Keywords: Organic agriculture, livestock, animals, sustainability, future viability

Einleitung

Die gegenwärtigen multiplen Krisen (Klimakrise, Unterbrechung von Bereitstellungsketten und Teuerung, allgemeine Verunsicherung und Zukunftsängste, etc.) treffen auch die Landwirtschaft. An diese werden hohe gesellschaftliche Erwartungen gestellt,

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

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Werner Zollitsch, email: werner.zollitsch@boku.ac.at

was auch mit den hohen Transferleistungen (Fördergelder) verbunden ist, die für die Landwirtschaft aufgewendet werden. Insbesondere die Tierhaltung wird aufgrund offensichtlich gewordener Problemfelder (Umweltfolgen der Nutztierhaltung, Mitverursacher des Klimawandels, wenig tiergerechte Haltungsbedingungen, negative Effekte auf die Ernährungssicherung, etc.) zunehmend kritisiert.

Der Rat der FAO (der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) hat schon 1989 darauf hingewiesen, dass sich eine nachhaltige Entwicklung im Bereich der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei an folgenden Zielen orientieren muss: Die Erhaltung von Boden, Wasser, genetischen Ressourcen bei Pflanzen und Tieren, die Vermeidung von Umweltschäden, dem Einsatz angepasster Technik, der wirtschaftlichen Lebensfähigkeit und der gesellschaftlichen Akzeptanz (FAO, 2014). Die Biologische Landwirtschaft wird dabei oft als die Alternative angesehen, die sich an diesen Nachhaltigkeitsvorgaben orientiert und die Problematiken der konventionellen tierischen Produktion systematisch und umfassend minimiert. Von ihren Vertreter*innen wird sie vielfach auch aktiv so positioniert.

Daraus entsteht eine hohe Erwartungshaltung der Gesellschaft oder jedenfalls der gesellschaftlichen Gruppierungen, die sich mit Agrar- und Ernährungssystemen aktiv auseinandersetzen. Diese Erwartungshaltung kann nur unter großen Anstrengungen erfüllt werden. Im Folgenden werden einige, diesbezüglich relevante, Aspekte aufgegriffen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Klimakrise

Zunehmend wird auch breiteren Bevölkerungskreisen bewusst, dass die Klimawandelfolgen immer deutlicher spürbar werden. Der Alpenraum ist vom Klimawandel stärker betroffen als andere europäische Regionen (16 der 17 wärmsten Jahre seit 1901 sind in Österreich nach 2000 aufgetreten; Hawkins, 2023). In der interessierten Öffentlichkeit wird die Mitverantwortung der landwirtschaftlichen Tierhaltung am Klimawandel intensiv diskutiert. Global stammen rund 18 % der Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung (FAO, 2006), für Österreich liegt dieser Wert bei rund 8 % (einschließlich der Emissionen aus dem vorgelagerten Bereich, insbesondere der Futterbereitstellung; Hörtenhuber, persönl. Mitteilung). Die österreichische Milch-, Rind- und Schweinefleischherzeugung ist je Produkteinheit im Vergleich zu der Produktion in anderen EU-Mitgliedsstaaten weniger emissionsbehaftet (Leip et al. 2010).

Die Nutztierhaltung in der Biologischen Landwirtschaft weist für die genannten Produktionssysteme nochmals einige Besonderheiten auf, die grundsätzlich vorteilhaft in Hinblick auf den Beitrag zum Klimawandel sind.

- Nutzungsdauer: Eine längere Nutzungsdauer, die bei Bio-Milchrindern bei rund einem halben Jahr liegen dürfte, kann bei höherer Lebenstagsleistung und durch die verminderte Zahl nötiger Nachzucht-Kalbinnen zu einer geringeren Treibhausgasbelastung je kg Milch führen (Grandl et al., 2019).
- Grundfutterqualität: Biobetriebe richten wegen des geringeren Kraftfutter-Einsatzes besonderes Augenmerk auf die Grundfutterqualität, um eine hohe Grundfutterleistung zu erzielen. Eine um 0,1 MJ/kg Trockenmasse erhöhte NEL-Dichte vermindert die Treibhausgasemissionen um rund 1,5 % (Hörtenhuber & Zollitsch, 2009). In eine ähnliche Richtung wirkt eine weidebasierte Fütterung. Aufgrund der hohen Verdaulichkeit sowie dem hohen Energie- und Proteingehalt von jungem Weidegras führt dieses zu einer verminderten Methanbildung im Pansen. Darüber hinaus bewirkt der getrennte Absatz von Kot und Harn auf der Weide und die rasche Aufnahme der im Harn enthaltenen Stickstoff-Verbindungen durch Pflanzen eine verminderte Emission der Treibhausgase Methan und Lachgas.

- In der Biologischen Tierhaltung wird auf importierte Futtermittel, die auf Flächen produziert wurden, die nach einer sogenannten Landnutzungsänderung (Waldrodung, Umbruch von Grünland) zu Ackerland wurden, verzichtet. Landnutzungsänderungen führen aufgrund der Mineralisierung des organisch gebundenen Bodenkohlenstoffs (Humus) zu hohen CO₂-Emissionen, wie sie etwa für außereuropäische Sojaprodukte häufig anzunehmen sind (Hörtenhuber et al., 2010).
- Aufgrund der Fruchtfolge und dem Einsatz organischer Düngemittel kommt es im Ackerfutterbau in der Biologischen Landwirtschaft häufig zu einer Kohlenstoff-Anreicherung im Oberboden (Humusmehrung), was zu „negativen Emissionen“ führt und die Gesamtemissionen aus der Bereitstellungskette tierischer Lebensmittel vermindert.
- Neben diesen, systembedingt positiven Aspekten sind allerdings auch einige potenziell kritische Punkte zu bedenken:
 - Die Situation hinsichtlich Emissionen von Schadgasen aus befestigten Ausläufen ist unklar. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass von Flächen, die mit tierischen Ausscheidungen benetzt sind, v.a. Ammoniak emittiert. Dieser ist selbst kein Treibhausgas, wird allerdings mit dem Regen wieder in Agrarflächen eingewaschen und kann dort indirekt zu erhöhten Emissionen von Lachgas, einem sehr stark wirkenden Treibhausgas, beitragen. Zu den Wirkungen von Überdachung, Entmistungsfrequenz, Optionen zum Erzielen einer Kot-Harn-Trennung besteht dringender Forschungsbedarf.
 - Die Maßnahme der Absenkung des Rohproteingehalts im Futter, die in der konventionellen Tierproduktion vielfach umgesetzt wird, ist in der Biologischen Tierhaltung nur sehr begrenzt möglich. Vor allem bei Schwein und Huhn ist aufgrund des Verzichts auf den Einsatz synthetischer Aminosäuren eine Proteinabsenkung kaum möglich; im Gegenteil weisen die Futtermischungen von Bio-Schweinen bzw. -Geflügel deutlich höhere Rohproteingehalte als in der konventionellen Fütterung auf. Das führt wiederum zu höheren Ammoniak-Emissionen (Sajeev et al., 2017)
 - In den Einsatz von Futterzusatzstoffen zur Hemmung der Methanbildung v.a. im Verdauungstrakt von Wiederkäuern werden große Hoffnungen gesetzt. Gegenwärtig ist eine chemisch-synthetische Substanz futtermittelrechtlich für diesen Zweck zugelassen, für die auch der entsprechende Wirkungsnachweis vorliegt (Hegarty et al., 2021). Nach der geltenden EU-Bio-Verordnung darf diese Substanz nicht eingesetzt werden, Produkte pflanzlichen Ursprungs weisen meist keine vergleichbare Wirkung auf. Es ist außerdem grundsätzlich fraglich, ob die möglichen Nebenwirkungen solcher Futterzusatzstoffe (v.a. verminderte Verdaulichkeit des Grundfutters) mit dem Konzept der Bio-Tierhaltung vereinbar sind.

Ernährungssicherung

Spätestens seit dem Bericht „Livestock’s long shadow“ („Der lange Schatten der Tierhaltung“) der FAO (2006) hat die „Teller – Trog-Debatte“, d.h. die Diskussion darüber, ob die Nutztierhaltung wegen der Verfütterung lebensmitteltauglicher Futtermittel zur Ernährung der Menschheit beiträgt oder diese gar gefährdet, auch in breitere gesellschaftliche Schichten Eingang gefunden. Vor allem in den Industrieländern werden beachtliche Anteile des Getreides oder von Hülsenfrüchten an Nutztiere verfüttert (UFOP 2020). In Österreich landen bspw. 52 % des Getreides im Futtertrog, nur 17 % werden direkt als Lebensmittel für die menschliche Ernährung verwendet. In Abhängigkeit von der betrachteten Weltregion und den Produktionssystemen kann die Nutztierhaltung aber einen wesentlichen Beitrag zur Ernährungssicherung leisten (FAO, 2009).

In eigenen Arbeiten wurde ein methodischer Zugang zur Bewertung der potenziellen Nahrungskonkurrenz der Nutztierhaltung adaptiert (Ertl et al., 2015, 2016a) und auf

verschiedene tierische Produktionssysteme angewandt. Für Österreich konnte gezeigt werden, dass v.a. intensive Systeme der Fleischproduktion mehr potenziell vom Menschen verzehrbare Energie und Protein verbrauchen, als die erzeugten tierischen Lebensmittel bereitstellen (Ertl 2016b).

Für die Bio-Tierhaltung sind bezüglich potenzieller Nahrungskonkurrenz zum Menschen folgende Aspekte als systemtypisch festzumachen:

- Aufgrund der grundfutter-betonten Fütterung und des begrenzten Kraftfutter-Einsatzes bestehen deutliche Vorteile in der Milch-, Rind- und Lammfleischerzeugung gegenüber konventionellen, intensiven Produktionssystemen.
- Schwein und Geflügel werden auch in der Biologischen Landwirtschaft mit Rationen, die hohe Anteile an hochverdaulichen, potenziell für die menschliche Ernährung geeigneten Futtermitteln enthalten, versorgt. Allerdings sind diese Tierarten in der Biologischen Landwirtschaft anteilmäßig weniger wichtig, wodurch diese Problematik nicht so deutlich wird.
- Für diese Tierarten besteht insbesondere auch die Herausforderung einer ausreichenden Versorgung mit hochwertigen, eiweißreichen Futtermitteln, was aus Sicht der Nahrungskonkurrenz problematisch ist. Die verstärkte Nutzung von Nebenprodukten ist grundsätzlich eine Verbesserungsoption, die allerdings praktisch begrenzt ist (Wlcek & Zollitsch, 2004).

Tierwohl

Gerade gegenüber der Biologischen Landwirtschaft bestehen hohe gesellschaftliche Erwartungen, nach denen in der Tierhaltung ein möglichst hohes Niveau an tierischem Wohlbefinden zu erreichen ist. Aus wissenschaftlicher Sicht ist „Tierwohl“ nur umfassend zu beurteilen. Neben dem physischen Zustand der Tiere (u.a. Körperkondition, Abwesenheit von Verletzungen, Infektionen, etc.; Fraser & Broom 1990) ist auch die Ausübung des Normalverhalten und die Gewährleistung der Integrität der Tiere (Rollin 1993) zu beachten. Weiters ist der mentale Zustand (u.a. Abwesenheit von Schmerz, positive Emotionen; Duncan 1993) einzubeziehen.

- Die Bio-Tierhaltung weist diesbezüglich grundsätzlich einige potenzielle Vorteile auf:
- Gegenüber den gesetzlichen Mindestanforderungen erhöhtes Platzangebot, in der Regel mit besserer Strukturierung des Raumes.
- Angebot an eingestreuten, damit wärmegeprägten und verformbaren Flächen zum Ruhen.
- Gewährleistung eines Auslaufzugangs, idealerweise (aber nicht umfassend) Weidegang. Letzterer hat Vorteile nicht nur als naturgemäßer, weicher Untergrund für Fortbewegung und Ruhen, sondern auch als Voraussetzung einer naturnahen Fütterung.
- Die Verpflichtung zur Grobfutter-Bereitstellung, auch für Nicht-Wiederkäuer, ermöglicht ein artgemäßes Futtersuch- und -aufnahmeverhalten.
- Die Verwendung alternativer Genotypen ist v.a. beim Mastgeflügel eine wichtige Maßnahme zur Gewährleistung eines artgemäßen Aktivitäts- und Ruheverhaltens und die Vermeidung von Gesundheitsstörungen (Skelett, Herz-Kreislauf-System).

Diese potenziellen Vorteile sollen aber nicht davon ablenken, dass es auch in der Bio-Tierhaltung Verbesserungspotenzial gibt. Folgenden Aspekten ist Aufmerksamkeit zu schenken:

- Zur Erhaltung der Integrität der Tiere ist die Notwendigkeit von (systematischen) Eingriffen wie Kastration, Enthornung, Schwanzkupieren (beim Schaf) kritisch zu hinterfragen. Auch wenn diese bei Einzeltieren bzw. Herden unter Einhaltung der gesetzlichen Auflagen noch erlaubt sind, sollten auf Betriebs- und Verbandsebene alle Anstrengungen unternommen werden, um diese Eingriffe zunehmend zu ver-

meiden und sie nicht als Routinemaßnahme zu belassen.

- Die grundsätzliche Verpflichtung zum Weidegang ist konsequent umzusetzen. Andere Länder weisen hier den Weg. Gleichzeitig ist allerdings auf die Notwendigkeit des Zugangs zu Unterstand (Witterungs-, Sonnenschutz), Wasserversorgung und eines guten Weidemanagements zur Risikominderung der Vermehrung von und Infektion durch Parasiten zu achten.
- Der Problematik der Tiertransporte ist wegen der mitunter großen Distanzen zu zertifizierten Schlachthöfen besonderes Augenmerk zu schenken.
- Innovative Initiativen nach dem Konzept der „Stable schools“, wie Kuh-, Weide-, Ziegenpraktiker, etc. haben sich bewährt, fördern den Austausch zwischen Praktiker*innen und anderen Expert*innen und sind weiter zu entwickeln, um die grundsätzlichen Stärken der Bio-Tierhaltung zur Geltung zu bringen.

Schlussfolgerungen

Die Nutztierhaltung in der Biologischen Landwirtschaft weist in wesentlichen Aspekten, die für die Zukunftsfähigkeit der landwirtschaftlichen Tierhaltung entscheidend sind (Beitrag zum Klimawandel, zur Ernährungssicherung, Gewährleistung eines hohen Tierwohl-Niveaus), grundsätzlich eine Reihe von Vorteilen auf. Diese dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass noch Verbesserungspotenzial besteht. Die Biologische Landwirtschaft muss sich diesen Herausforderungen stellen, sollte allerdings nicht „auf Zuruf von außen“ agieren, sondern in dem dafür geeigneten Rahmen (Verbände, Arbeitsgruppen, etc.) aktiv die eigene Position dazu entwickeln. Rahmenbedingungen und Praktikabilität sind zu diskutieren und zu klären. Die bestehende, erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Praktiker*innen, Beratung und Wissenschaft ist weiterführen und zu entwickeln, um die Zukunftsfähigkeit der Bio-Tierhaltung zu sichern.

Literaturverzeichnis

Duncan, I. J. H., 1993: Welfare is to do with what animals feel. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 6: 8–14 (Suppl 2).

Ertl, P., H. Klocker, S. Hörtenhuber, W. Knaus, W. Zollitsch, 2015: The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137: 119-125.

Ertl, P., W. Knaus, W. Zollitsch, 2016a: An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal* 10(11): 1883-1889.

Ertl, P., A. Steinwider, M. Schönauer, K. Krimberger, W. Knaus, W. Zollitsch, 2016b: Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 67(2): 91-103.

FAO, 2006: Livestock's long shadow – Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

FAO, 2009: The state of food and agriculture – Livestock in the balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

FAO, 2014: Voluntary Standards for Sustainable Food Systems: Challenges and Opportunities. A Workshop of the FAO/UNEP Programme on Sustainable Food Systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Fraser, A.F., D.M. Broom, 1990: Farm Animal Behaviour and Welfare. 3rd Edition. Baillière Tindall: London, UK.

Grandl, F., M. Furger, M. Kreuzer, M. Zehetmeier, M., 2019: Impact of longevity on greenhouse gas emissions and profitability of individual dairy cows analysed with different system boundaries. *Animal* 13(1): 198-208.

Hawkins, E., 2023: Show your stripes. National Centre for Atmospheric Science, University of Reading. <https://showyourstripes.info/s/europe/austria/all>

Hegarty, R.S., R.A. Cortez Passetti, K.M. Dittmer, Y. Wang, S. Shelton, J. Emmet-Booth, E. Wollenberg, T. McAllister, S. Leahy, K. Beauchemin, N. Gurwick, 2021: An evaluation of emerging feed additives to reduce methane emissions from livestock. Edition 1. A report coordinated by Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) and the New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre (NZAGRC) initiative of the Global Research Alliance (GRA).

Hörtenhuber, S., W. Zollitsch, 2009: Treibhausgasemissionen aus der Milchviehhaltung – zur Bedeutung der Systemgrenzen. Beitrag bei 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. April 2009, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 137-144.

Hörtenhuber, S., T. Lindenthal, B. Amon, T. Markut, L. Kirner, W. Zollitsch, 2010: Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems—model calculations considering the effects of land use change. *Renewable Agriculture and Food Systems* 25(4): 316-329.

Leip, A., F. Weiss, T. Wassenaar, I. Perez, T. Fellmann, P. Loudjani, F. Tubiello, D. Grandgirard, S. Monni, K. Biala, 2010: Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre.

Rollin, B.E., 1993: Animal welfare, science, and value. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 1993.

Sajeev, E. P. M., B. Amon, C. Ammon, W. Zollitsch, W. Winiwarter, 2017: Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 110(1): 161-175.

UFOP, 2020: Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. <https://www.ufop.de/agrar-info/agrar-statistik/>

Wlcek, S., W. Zollitsch, 2004: Sustainable pig nutrition in organic farming: By-products from food processing as a feed resource. *Renewable Agriculture and Food Systems* 19(3): 159-167.

Bio-Milchrinderzucht - Meine Empfehlungen auf wissenschaftlicher Basis

Alfred Haiger^{1*}

Zusammenfassung

Grasland setzt Graser (Wiederkäuer) voraus und ist im Vergleich zum Ackerland der bessere Erosionsschutz (Hanglagen), Wasser- und Nährstoffspeicher (Grundwasserschutz). Andererseits können Kühe mit ihrem hochspezialisierten Verdauungssystem (Pansenmikroben) rohfaserreiche Futterpflanzen effizient in wertvolle Lebensmittel (Milch und Fleisch) umwandeln (=Koevolution). Gleichzeitig wird in den Grünlandregionen die Kulturlandschaft gepflegt.

Hohe Kraftfuttermengen (über 500 - 800 kg pro Laktation) sind weder ökologisch noch ökonomisch verantwortbar. In zwei je 10 Jahre dauernden Versuchen mit und ohne Kraftfutter konnten wir zeigen, dass hinsichtlich Gesundheit (Tierarztkosten), Fruchtbarkeit (Besamungsindex) und Nutzungsdauer kein wesentlicher Unterschied besteht, wenn das Grundfutter (Gras, Heu und Silagen) in ausreichender Menge (= lange Fresszeiten) vorgelegt wird.

Für die Wirtschaftlichkeit der Milchkuhhaltung ist nach der Leistungshöhe die Nutzungsdauer der zweitwichtigste Erfolgsfaktor. Die Bio-Milchrinderzucht muss deshalb auf Kuhliniten aufbauen in denen hohe Lebensleistungen gehäuft vorkommen. Denn zahlreiche Studien belegen die Unvereinbarkeit von Frühreife und Langlebigkeit. Da in der konventionellen Zucht nach anderen Kriterien selektiert wird, braucht die Bio-Milchrinderzucht ein eigenständiges Zuchtprogramm.

Schlagwörter: Grasland, Milchkühe, Lebensleistung, Kuhfamilien, Zuchtprogramm

Summary

Grassland requires grazers (ruminants) and is the better erosion protection (slopes), water and nutrient storage (groundwater protection) compared to arable land. On the other hand, cows with their highly specialized digestive system (microorganisms) can efficiently convert fiber-rich forage crops into valuable food (milk and meat) (= coevolution). At the same time, the cultivated landscape is maintained in grassland regions.

Feeding high-concentrate rations (>500 – 800 kg per lactation) is neither ecologically nor economically responsible. In two feeding trials, each lasted for 10 years, in which cows were or were not supplemented with concentrates, we were able to show, that regarding health (veterinary costs), fertility (insemination index) and productive lifespan, there were no significant differences between the two feeding groups, if forages (grass, hay and silage) were offered ad libitum.

For the profitability of dairy cow husbandry, after the level of lactation performance, the productive lifespan is of great importance. Numerous studies have proven the incompatibility of early maturity and longevity. The breeding objective is therefore, to have cow lines in which high lifetime performances

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

* Ansprechpartner: O.Univ.Prof. i.R. DI Dr. Alfred Haiger, email: alfred.haiger@boku.ac.at

occur frequently. Since conventional breeding selects according to other criteria, organic dairy cattle breeding needs a different breeding program.

Keywords: grassland, dairy cows, lifetime performance, cow lines, breeding program

Einleitung

Soll man in 30 Minuten die Fehler der Milchrinderzucht wissenschaftlich begründen, so muss man sich auf die zwei wichtigsten Punkte beschränken:

- Verfütterung von Lebensmitteln an Wiederkäuer (Grasfresser)
- Zucht auf Frühreife einer „naturgemäß spätreifen“ Art (Rind)

1. Teil: Verfütterung von Lebensmitteln an Wiederkäuer (Grasfresser)

1.1 Beziehungen zwischen Kuh und Gras

(„Kein Gras ohne Graser“: Idel, 2011)

Unverzichtbare Voraussetzung für menschliches Leben sind grüne Pflanzen und die natürliche Bodenfruchtbarkeit. Schon in der Antike wussten die Griechen, dass Erde, Wasser, Luft und Feuer (Sonne) die vier Elemente des Lebens sind. Zur Verwertung der Grünlanderträge und rohfaserreichen Nebenprodukte des Ackerlandes ist der „Wiederkäuermagen“ als fünftes Lebenselement ebenfalls unverzichtbar. Von der gesamten Landoberfläche der Erde sind zwei Drittel Wald und Ödland, nur ein Drittel wird landwirtschaftlich genutzt. Davon sind wieder zwei Drittel Grasland und nur eines Ackerland. In Österreich sind 50% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Grasland, in der Schweiz 75% und in Deutschland 30%.

Aus ökologischer Sicht sind die Wiederkäuer besonders hervorzuheben, weil sie die gespeicherte Sonnenenergie der Gräser, Leguminosen und Kräuter durch das hochspezialisierte Vormagensystem mittels Kleinstlebewesen (Pansenmikroben) nutzen können. Für den biologisch wirtschaftenden Hof sind die Leguminosen auch unentbehrliche Stickstoffsammler und für die Rinder sind es hervorragende Futterpflanzen. Die Besonderheit der „Grasfresser“ liegt daher in der Tatsache begründet, dass sie auch in Energie-Mangelzeiten (=Getreideknappheit) keine Nahrungskonkurrenten des Menschen sind, wie das für Schwein und Geflügel als „Körnerfresser“ der Fall sein kann.

Hinsichtlich der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (Hummusgehalt) wird das Grasland nur von einer gärtnerischen Kompostwirtschaft übertroffen (wenn dafür ein strohreicher Rindermist zur Verfügung steht). Diese Vorzüge des Grünlandes gehen allerdings verloren, wenn durch übertriebene Intensivierungsmaßnahmen (z.B. mehr als 800 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr) die Artenvielfalt drastisch abnimmt und es zu einer Verunkrautung kommt (Gülleflora).

Das Grünland ist als Dauerkultur mit 40 bis 60 verschiedenen Pflanzenarten gegenüber den Ackerkulturen (insbesondere der Maismonokultur) ein hervorragender Erosions- und Grundwasserschutz (Abbildung 1). Das Rind hat als Milch- oder Mutterkuh für die Grünlandgebiete eine weitere kulturell unverzichtbare Bedeutung als „Pfleger“ der Kulturlandschaft. In den grünlandbetonten Landesteilen sind es die Wiesen mit der bunten Blumenpracht, was die erholungsbedürftigen Menschen suchen. Die Schlussfolgerung eines international besetzten Kongresses im Berggebiet lautete daher: „Zuerst geht die Kuh, dann kommt der Wald und kommt dieser im Übermaß, so geht auch der Mensch.“

occur frequently. Since conventional breeding selects according to other criteria, organic dairy cattle breeding needs a different breeding program.

Keywords: grassland, dairy cows, lifetime performance, cow lines, breeding program

Einleitung

Soll man in 30 Minuten die Fehler der Milchrinderzucht wissenschaftlich begründen, so muss man sich auf die zwei wichtigsten Punkte beschränken:

- Verfütterung von Lebensmitteln an Wiederkäuer (Grasfresser)
- Zucht auf Frühreife einer „naturgemäß spätreifen“ Art (Rind)

1. Teil: Verfütterung von Lebensmitteln an Wiederkäuer (Grasfresser)

1.1 Beziehungen zwischen Kuh und Gras

(„Kein Gras ohne Gräser“: Idel, 2011)

Unverzichtbare Voraussetzung für menschliches Leben sind grüne Pflanzen und die natürliche Bodenfruchtbarkeit. Schon in der Antike wussten die Griechen, dass Erde, Wasser, Luft und Feuer (Sonne) die vier Elemente des Lebens sind. Zur Verwertung der Grünlanderträge und rohfaserreichen Nebenprodukte des Ackerlandes ist der „Wiederkäuermagen“ als fünftes Lebenselement ebenfalls unverzichtbar. Von der gesamten Landoberfläche der Erde sind zwei Drittel Wald und Ödland, nur ein Drittel wird landwirtschaftlich genutzt. Davon sind wieder zwei Drittel Grasland und nur eines Ackerland. In Österreich sind 50% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Grasland, in der Schweiz 75% und in Deutschland 30%.

Aus ökologischer Sicht sind die Wiederkäuer besonders hervorzuheben, weil sie die gespeicherte Sonnenenergie der Gräser, Leguminosen und Kräuter durch das hochspezialisierte Vormagensystem mittels Kleinstlebewesen (Mikroorganismen) nutzen können. Für den biologisch wirtschaftenden Hof sind die Leguminosen auch unentbehrliche Stickstoffsammler und für die Rinder sind es hervorragende Futterpflanzen. Die Besonderheit der „Grasfresser“ liegt daher in der Tatsache begründet, dass sie auch in Energie-Mangelzeiten (=Getreideknappheit) keine Nahrungskonkurrenten des Menschen sind, wie das für Schwein und Geflügel als „Körnerfresser“ der Fall sein kann.

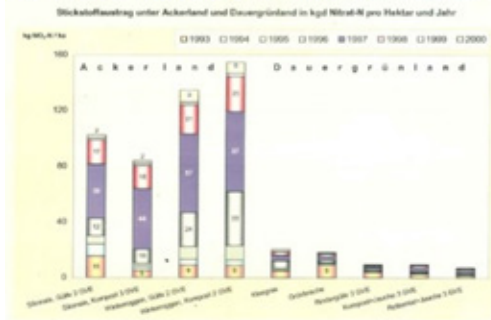
Hinsichtlich der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (Hummusgehalt) wird das Grasland nur von einer gärtnerischen Kompostwirtschaft übertroffen (wenn dafür ein strohreicher Rindermist zur Verfügung steht). Diese Vorzüge des Grünlandes gehen allerdings verloren, wenn durch übertriebene Intensivierungsmaßnahmen (z.B. mehr als 800 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr) die Artenvielfalt drastisch abnimmt und es zu einer Verunkrautung kommt (Gülleflora).

Das Grünland ist als Dauerkultur mit 40 bis 60 verschiedenen Pflanzenarten gegenüber den Ackerkulturen (insbesondere der Maismonokultur) ein hervorragender Erosions- und Grundwasserschutz (Abbildung 1). Das Rind hat als Milch- oder Mutterkuh für die Grünlandgebiete eine weitere kulturell unverzichtbare Bedeutung als „Pfleger“ der Kulturlandschaft. In den grünlandbetonten Landesteilen sind es die Wiesen mit der bunten Blumenpracht, was die erholungsbedürftigen Menschen suchen. Die Schlussfolgerung eines international besetzten Kongresses im Berggebiet lautete daher: „Zuerst geht die Kuh, dann kommt der Wald und kommt dieser im Übermaß, so geht auch der Mensch.“



Wurzelatlas, L. KUTSCHERA

Abbildung 1: Grünland ist gegenüber Ackerland der bessere Erosionsschutz, Wasser- und Nährstoffspeicher



G. EDER, 2001

Wasserspeicherfähigkeit

Formen der Landnutzung	Wasserspeicherung	
	mm	%
Mischwald	760	100
Konv. LW, Pflug	125	16
Ökol. LW, Grubber	200	26
Dauergrünland	600	80

H. LILIENTHAL und Mit., 2010
Julius-Kühn-Institut

1.2 Grundfutter wird durch Kraftfutter verdrängt (Lebensmittel statt Gras an Kühe)

Die Angaben in Tabelle 1 entsprechen dem Durchschnitt aus 14 verschiedenen Fütterungsversuchen und den üblichen Energiebedarfsnormen für die Milcherzeugung (Haiger, 1975). Mit steigender Leistung nimmt demnach der Energiebedarf je Kilogramm erzeugter Milch

Tabelle 1: Höhere Milchleistungen verlangen höhere Trockenmasse – und Kraftfuttermengen (Haiger, 1975)

Energiebedarf in der Milcherzeugung

MILCH-LEISTUNG Lakt. Tag kg kg	ENERGIEBEDARF ¹⁾					FUTTERAUFNAHME ²⁾		
	Erhaltung MJ NEL	Leistung MJ NEL	E pro kg E+L %	pro kg Milch MJ NEL	Bedarfsabnahme in %	TM kg	% v.LG	% KF v.TM
2.000	37,7	20,6	65	8,9		11,4	1,8	0
3.000	37,7	31,1	55	7,0	-21	13,2	2,0	3
4.000	37,7	41,5	48	6,1	-10	14,9	2,3	9
5.000	37,7	52,0	42	5,5	-7 -38	16,3	2,5	15
6.000	37,7	62,4	38	5,1	-5	17,6	2,7	22
7.000	37,7	72,9	34	4,8	-3	18,7	2,9	29
8.000	37,7	83,1	31	4,6	-2 -10	19,7	3,0	36
9.000	37,7	93,5	28	4,4	-2	20,6	3,2	44
10.000	37,7	104,0	26	4,3	-1	21,3	3,3	51

Annahmen:

- 37,7 MJ NEL = Erhaltungsbedarf für 650 kg LG
3,17 MJ NEL = Leistungsbedarf für 1 kg Milch mit 4 % Fett
- Mittel aus 14 Fütterungsversuchen, TM = Trockenmasse, KF = Kraftfutter

A. HAIGER, 1975

ab (Fixkostendegression). Die Abnahme ist aber umso geringer je höher die Leistung steigt. Eine Kuh mit 5.000 kg Laktationsleistung benötigt 38% weniger Energie je Kilogramm Milch als eine Kuh mit 2.000 kg. Eine weitere Leistungssteigerung um 3.000 kg auf 8.000 kg Laktationsleistung senkt den Energiebedarf je Kilogramm Milch nur noch um 10%.

Eine höhere Milchleistung (1. Spalte in Tabelle 1) ist im Prinzip nur möglich durch ein größeres Trockenmasse-Aufnahmevermögen (TM 3.-letzte Spalte) oder durch höhere Kraftfuttermengen (letzte Spalte). Daraus ergibt sich bei einer 305-Tageleistung von 6.000 kg ein Kraftfutterbedarf von 1.000 kg, bei 8.000 kg Milch sind es 2.000 kg Kraftfutter und bei 10.000 kg Milch 3.000 kg Kraftfutter. Letztere Kuh nimmt je die Hälfte der Trockenmasse aus Grund- bzw. Kraftfutter auf, was die Selbstversorgung (=Ernährungssouveränität) existentiell schwächt! Die Tatsache der Grundfuttermangeldrängung durch steigende Kraftfuttermengen wurde schon 1999 von Ostergaard in einer anschaulichen Grafik dargestellt und von Gerster (2022) in einer Meta-Analyse bestätigt.

1.3 Milchbetonte Kühe auch ohne Kraftfutter?

Aus ökonomischer Sicht ist die Zucht auf höhere Leistungen die wirksamste Maßnahme Futter-, Arbeits- und Stallplatzkosten einzusparen. Denn mit steigender Leistung nimmt der Energiebedarf je Kilogramm Milch ab, da sich der konstante Erhaltungsbedarf auf mehr Milchkilogramm verteilt. Trotz höherer Futteraufnahme bei höheren Milchleistungen, nimmt jedoch der Kraftfutteranteil in der Ration überproportional zu. Aus ökologischen Gründen (Stickstoffbilanz) liegen daher je nach Höhe der Grundfutterleistung und des Kuhgewichtes die verantwortbaren Stalldurchschnitte im Grünlandbetrieb bei 6.000 bis 7.000 kg und in Acker-Grünlandwirtschaften (Maissilage und eigenes Futtergetreide) etwa um 1.000 kg höher (Pfeffer und Spiekers, 1989; Pfeffer 1997; Dietl und Lehmann, 2004).

Fast alle Fütterungsexperten und Praktiker vertreten jedoch den Standpunkt, dass hochveranlagte Milchkühe nur dann gesund und fruchtbar bleiben, wenn sie voll ausgefüttert werden, was neben dem Grundfutter entsprechend hohe Kraftfuttermengen erfordert. Langfristig wäre es aber ein ökologischer Unsinn, Wiederkäuer zu züchten, die ohne Kraftfutter nicht existieren könnten und in Energiemangelzeiten (=Kraftfuttermangelzeiten) notgedrungen zu Nahrungskonkurrenten des Menschen würden.

In zwei je 10 Jahre dauernden Versuchen gingen wir deshalb der Frage nach, was Hochleistungskühe leisten, und wie sich eine Fütterung ohne Kraftfutter auf die Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer auswirken würden (Haiger und Sölkner, 1995; Haiger und Knaus, 2010). Hinsichtlich der Gesundheit (Tierärztkosten), Fruchtbarkeit (Besamungsindex) und Nutzungsdauer bestanden zwischen den Kuhgruppen mit und ohne Kraftfutter keine wesentlichen Unterschiede, wenn das Grundfutter (Gras, Heu und Silagen) in ausreichender Menge (=lange Fresszeiten) verabreicht wird. Unter Berücksichtigung der eindeutigen Leistungsüberlegenheit milchbetonter Kühe gegenüber kombinierter von etwa 25 %, würden erstere auch in Kraftfuttermangelzeiten die Milch kostengünstiger erzeugen.

2. Teil: Zucht auf Frühreife einer „naturgemäß spätreifen“ Art (Rind)

2.1 Wirtschaftlichkeit einer langen Nutzungsdauer

Nach den Ergebnissen der Milcharbeitskreise (Jahresberichte) in Österreich machen die Futterkosten rund 50% und die Remontierungskosten (Bestandsergänzung) etwa 30% aus. Da sich die Remontierung verkehrt proportional zur Nutzungsdauer verhält, sollen die wichtigsten Arbeiten in chronologischer Reihenfolge erwähnt werden, die sich mit der Nutzungsdauer befassen.

Wendet man die biologische Grundregel von Brody (1945) auf Milchkühe an, so ist zu erwarten, dass Kühe mit hohen Lebensleistungen spätreifer sind und erst in höheren Laktationen ihr Leistungsmaximum erreichen. Im deutschen Sprachraum haben Bakels und Bauer schon 1958 auf die Bedeutung der Nutzungsdauer in der Milchrinderzucht hingewiesen. Und Zeddies hat 1972 gezeigt, dass die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Kuh bis zur 9. Laktation ansteigt und keinesfalls mit deren Höchstleistung (etwa 4./5. Laktation) erreicht ist (Abbildung 2). In Österreich hat Haiger (1973 und 1985) auf die Bedeutung der Nutzungsdauer verwiesen und EBl (1982) hat zwei populationsgenetische Arbeit zur Nutzungsdauer publiziert.

Wirtschaftlichkeit hoher Lebensleistung

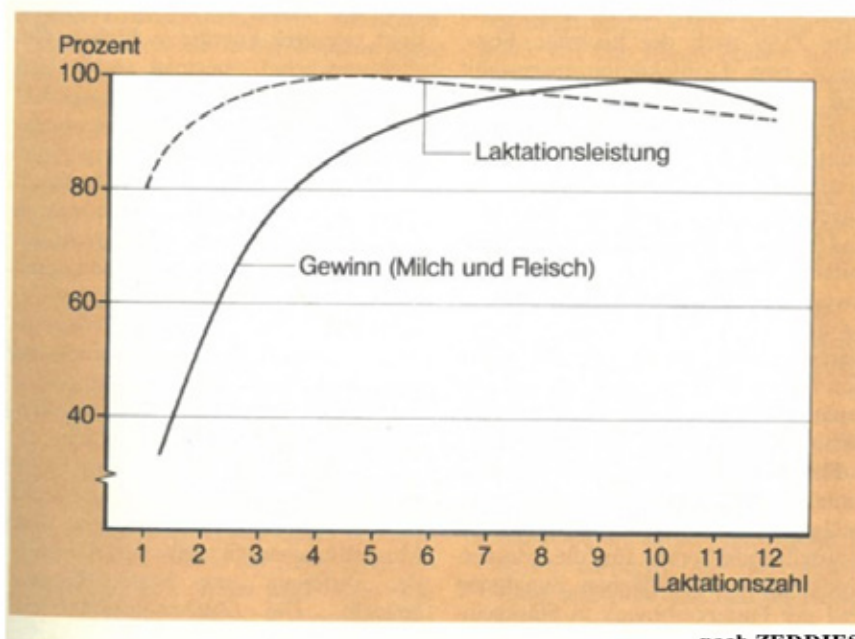


Abbildung 2: Die Wirtschaftlichkeit von Milchkühen steigt bis zur 9. Laktation (nach Zeddies, 1972)

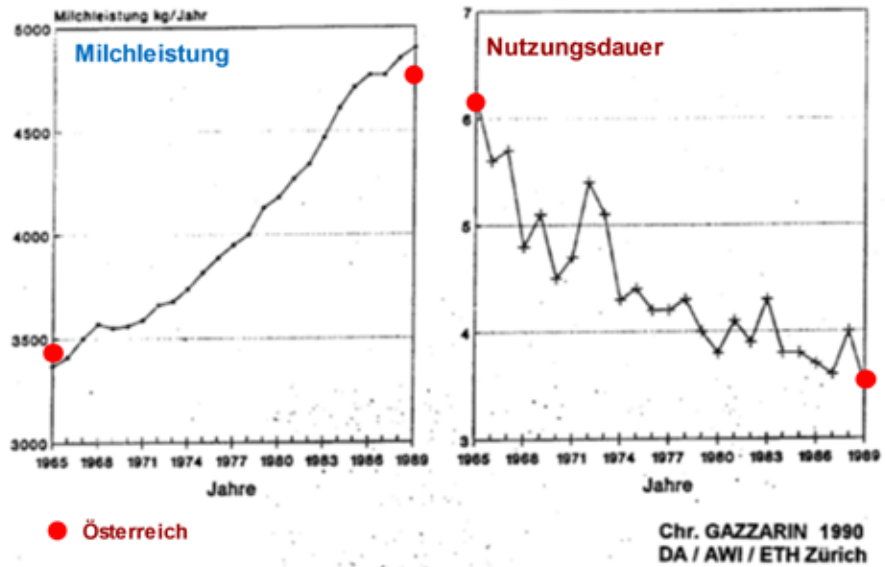
Im Standardwerk der Biologie von Säugetieren hat Finch (1990) auf 900 Seiten und 160 Literaturzitate überzeugend begründet, dass Frühreife und Langlebigkeit unvereinbar sind. In einer umfangreichen ökonomischen Bewertung der Nutzungsdauer (316.000 Fleckviehkühe - Vollkostenrechnung) haben Steinwider und Greimel (1999) den Schluss gezogen, dass mindestens 6 Laktationen (besser 9) erreicht werden müssen, um eine entsprechende Rentabilität zu erreichen. In einer Masterarbeit hat Horn (2011) für Kühe von Biobetrieben gezeigt, dass die Nutzungsdauer an Bedeutung gewinnt, wenn die Kraftfutterpreise steigen und der Milchpreis sinkt. Schließlich plädiert Mißfeldt et al. (2015) in einer finanzmathematisch anspruchsvollen Arbeit für eine mindestens 7-jährige Nutzungsdauer.

In der Realität steht aber in allen Ländern einer enormen Steigerung der Milchleistung eine rapide Abnahme der Nutzungsdauer gegenüber, wie die Beispiele Schweiz, Österreich und andere Länder zeigen (Gazzarin, 1990, Abbildung 3; Knaus, 2009). Die aktuelle Nutzungsdauer für Holstein-Friesian beträgt in Österreich 3,55 Jahre, in Deutschland 3,25, in den Niederlanden 3,75 und in den USA nur 2,30 Jahre (Hüneke et al., 2023).

Bei der österreichischen Hauptrasse Fleckvieh sank die Nutzungsdauer von 1965 bis 2005 von etwa 6 Jahren auf 3,65 (ZuchtData, Jahresberichte), seither ist bis 2022 eine leichte Steigerung auf 3,94 Jahre eingetreten. Diese Zunahme ist aber wahrscheinlich hauptsächlich durch bessere Fütterungs- und Haltungsbedingungen verursacht.

Abbildung 3: Entwicklung der Milchleistung und Nutzungsdauer in der Schweiz und Österreich (Gazzarin, 1990)

Entwicklung der Milchleistung und Nutzungsdauer in Schweiz und Österreich

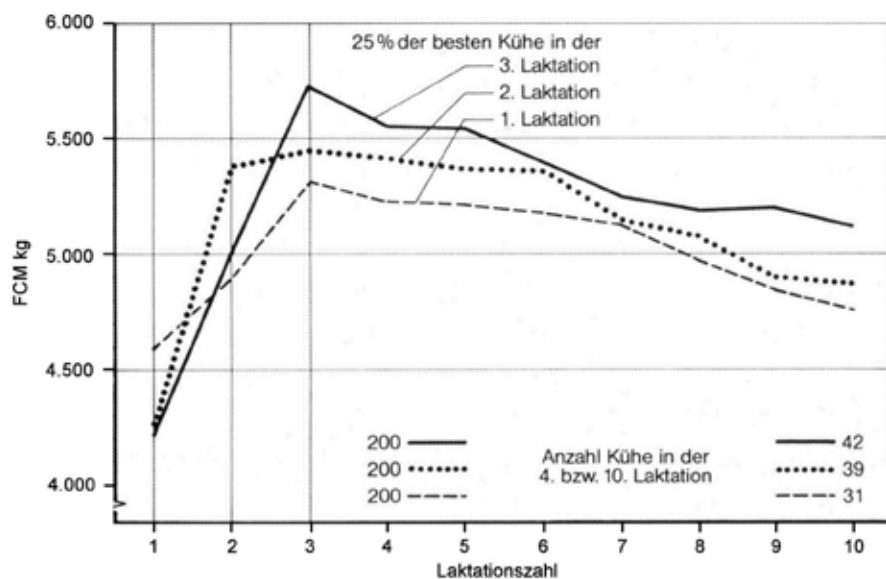


2.2 Zucht auf hohe Lebensleistung

Manchmal wird allerdings argumentiert, dass die Lebensleistung deshalb kein geeignetes Selektionskriterium sei, weil sie erst vorliege, wenn die Tiere abgegangen sind. In einer ökonomisch-genetischen Untersuchung konnte EBI (1982) jedoch zeigen, dass man nicht auf die letzte Leistung warten muss, sondern ab der dritten Laktation einen guten Schätzwert für die zu erwartende Milchlebensleistung hat (Abbildung 4).

Abbildung 4: Einfluss der Selektion nach der 1., 2., oder 3. Laktation auf die Lebensleistung (nach EBI, 1982)

Folgen der Selektion aufgrund der ersten drei Laktationen (EBI 1982)



Aus 800 Fleck- und Braunviehkühen, die mindestens vier Laktationen erbrachten, wurden die jeweils 200 Kühe oder 25 % nach der höchsten Erst-, Zweit- bzw. Drittlaktation ausgewählt und deren Leistungsverlauf in den Folgelaktationen errechnet. Das Viertel der frühreifsten Kühe mit den höchsten Erstlaktationen steigerte sich in den folgenden Laktationen am wenigsten und waren ab der 2. Laktation den spätreiferen Kühen – mit den höheren Zweit- bzw. Drittlaktationen – eindeutig unterlegen. Auch die Ausfallsraten waren höher. So waren in der 10. Laktation nur noch 31 „frühreife“ jedoch 42 „spätreife“ Kühe vorhanden - das ist ein Drittel mehr.

Die Erstlaktation eignet sich daher nur zur Ausscheidung der schlechtesten Kühe; sie sollte als „Trainingslaktation“ gesehen und nicht mit Kraftfutter „getrieben“ werden. Der endgültige Selektionsentscheid sollte erst nach der 3. Laktation gefällt werden. Für die Auswahl als Stiermutter sollten mindestens 5 überdurchschnittliche Laktationen vorliegen, da man dann wesentlich mehr weiß über Eutersitz, Fundament, Fruchtbarkeit, Geburtsverlauf, Konstitution, Melkbarkeit, Persistenz, Charakter...

Als Beweis für die praktische Wirksamkeit einer konsequenten Lebensleistungszucht - auch auf niedrigem Kraftfutterniveau – können die Ergebnisse von vier AöLZ* Zuchtbetrieben angeführt werden, deren wissenschaftlicher Berater seit 1990 der Autor ist.

Tabelle 2: Vergleich Lebensleistungszucht 2016-2022

Vergleich 2016-2022	Nutzungs- dauer Jahre	Erste Laktation kg	Durchschn. Leistung kg	Lebens- leistung kg
4 Biohöfe, Ø 40 Kühe				
Region (pol. Bezirk)	3,8	6.973	7.824	29.528
Lebensleistungsherden	7,1	5.484	6.830	48.538
Abweichung von Region	+ 3,3	- 1.490	- 995	+19.010
	+ 87 %	- 20 %	- 13 %	+ 64 %

Im Mittel der Jahre 2016-2022 war die Nutzungsdauer der LL-Herden (4 Biohöfe mit durchschnittlich 40 Kühen) um 3,3 Jahre länger, die Erstlaktation jedoch um 1.490 kg niedriger, aber die Lebensleistung um 19.010 kg höher als bei den Vergleichsherden aus der gleichen Region (LKV-Berichte). Da die Milch-Lebensleistung den wirtschaftlichen Erfolg eines Kuhbestandes bestimmt, ist die offizielle Zuchtstrategie wohl **kein Zukunftskonzept!**

2.3 Das Zuchtprogramm für die Bio-Milchrinderzucht

(Kuhfamilien statt „zuchtwertgeschätzte Stiere“)

Bis vor einigen Jahrzehnten war die allgemein gültige Meinung in der Biologie, dass Erbanlagen (DNS-Strukturen) nur im Zellkern vorkommen. Heute steht außer Zweifel, dass auch in den Mitochondrien spezifische Erbanlagen vorkommen, die bis zu 10 % der gesamten Erbinformation ausmachen können. Die Mitochondrien sind im Zellplasma (Zytoplasma) eingebettet, weshalb in diesem Fall auch von der zytoplasmatischen bzw. mitochondrialen Vererbung gesprochen wird, im Gegensatz zu den chromosomalen Erbfaktoren im Zellkern. Nachdem in den Mitochondrien („Kraftwerken“) der Energie-stoffwechsel stattfindet, haben diese Gene eine lebensnotwendige Steuerfunktion für alle Stoffwechselleistungen einer Zelle. Das Besondere an der Vererbung dieser mitochondrialen Gene liegt nun darin, dass sie nur über die Eizellen weitergegeben werden, da von einer Samenzelle (Spermium) bei der Befruchtung nur der Kopf (=Zellkern) in die Eizelle eindringt. Der mütterliche Zellkern vereinigt sich dann mit dem väterlichen zur befruchteten Eizelle (Zygote), während die gesamte übrige Zelle rein mütterlicher (maternal) Herkunft ist (nach EBl und Schnitzenlehner, 1999).

Aufgrund der bisherigen Erörterungen wird bei der Stierselektion folgende Vorgangsweise empfohlen (Haiger, 2005):

1. Kuhfamilien mit hohen Lebensleistungen, erbracht in vielen Laktationen
2. ZW für Fitness (ND, PER, ZZ)
3. ZW für Fett-/Eiweißmenge 1:1, auf Gewicht korrigiert
4. ZW für Fleischleistung ist zweitrangig

Das erste und wichtigste Auswahlkriterium ist die Kuhfamilie, in der hohe Lebensleistungen gehäuft vorkommen! Hat ein Zuchttier später eine Zuchtwertschätzung (ZW) aufgrund von Töchtern, die möglichst drei Laktationen oder mehr abgeschlossen haben, wird zuerst nach der Fitness (Nutzungsdauer, Persistenz, Zellzahl) gereiht und innerhalb solcher Stiere nach dem Milch-Zuchtwert (Fett- und Eiweißmenge 1:1, auf konstantes Gewicht korrigiert). Dem Fleischwert wird in der Milchrinderzucht keine große Bedeutung beigemessen, aber auch nicht dagegen selektiert, wie das beim Dairytyp geschieht.

2.4 Wesentliche Kritikpunkte an der konventionellen Zuchtstrategie

- Das Dilemma beginnt bei der Auswahl der Stiermütter (Elitekühe), die aus einem Futterniveau kommen, das es in Zukunft wegen der Teller-Trog-Tank Konkurrenz nicht mehr geben wird. Wenn züchten heißt, „in Generationen denken“, ist die heutige Situation kontraproduktiv. Heute werden die Kühe nicht auf Rohfaserverdaulichkeit, sondern auf Stärkeverträglichkeit (=Pansenübersäuerung) selektiert.
- Die derzeitige Zuchtwertschätzung kann die genotypische Veranlagung nicht eindeutig vom Futterniveau trennen. In einem 10-jährigen Versuch ohne Kraftfutter haben die leistungsstärksten Kühe bestenfalls einen Zuchtwert von 103 oder weniger erreicht (Haiger und Knaus, 2010).
- Bei der konventionellen Zuchtwertschätzung (GZW in Österreich, RZG in Deutschland) werden die ersten drei Laktationen zwar getrennt berechnet, dann aber wieder „gemittelt“, obwohl von EBI (1985) eine Gewichtung von 0,25 : 0,30 : 0,45 für die 1 : 2 : 3. Laktation vorgeschlagen und auch in der praktischen Zuchtwertschätzung Österreichs einige Jahre angewendet wurde. Denn diese Gewichtungsfaktoren entsprechen dem Leistungsanstieg langlebiger Dauerleistungskühe, die erst ab der 5. Laktation ihr Leistungsmaximum haben. Dagegen erscheint die Gewichtung der ersten drei Laktationen im ÖZW (Postler, 2006) von 0,1 : 0,2 : 0,7 zu stark differenziert.

3. Teil: Schlussfolgerung

Aus ökologischen (Nährstoffkreislauf) und ökonomischen (Nutzungsdauer) Gründen ist ein spezielles Bio-Zuchtprogramm notwendig (siehe 2.3)!

Literaturverzeichnis

Bakels, F. und H. Bauer, 1958: Zur Problematik der Genetik der Milchleistung. Zucht-hygiene, 2, 329 – 334.

Brody, S., 1945: Bioenergetics and Growth. Reinhold, New York.

Dietl, W. und J. Lehmann, 2004: Ökologischer Wiesenbau. Österr. Agrarverlag, Wien.

EBI, A., 1982: Untersuchungen zur Problematik einer auf hohe Lebensleistung ausgerichteten Zucht bei Milchkühen. Züchtungskunde, 54, 267-275 u. 361-377.

- Eßl, A., 1985:** Arbeitspapier für die Zuchtwertschätzung der ZAR.
- Eßl, A. and S. Schnitzenlehner, 1999:** Field data analysis of cytoplasmatic inheritance of dairy and fitness-related traits in cattle. *Anim. Sci.*, 68, 459–466.
- Finch, C.E., 1990:** Longevity, Senescence, and the Genome. University of Chicago Press, Chicago.
- Gazzarin, C., 1990:** Diplomarbeit, Agrarwissenschaften, ETH Zürich
- Gerster, E., 2022:** Mehr Milch aus dem Grobfutter melken - wie groß ist der Hebel Kraftfuttereinsatz?, 60. Aulendorfer Wintertagung
- Haiger, A., 1973:** Das Zuchtziel beim Rind. Jubiläumsschrift für Prof. Dr. F. Turek, Universität für Bodenkultur Wien.
- Haiger, A., 1975:** Vorlesungsunterlage, Universität für Bodenkultur Wien
- Haiger, A., 1985:** Zuchtziele zwischen Markt und Biologie. Festschrift „10 Jahre Angewandte Tierphysiologie“, Witzenhausen, Gesamthochschule Kassel.
- Haiger, A. und J. Sölkner, 1995:** Der Einfluss verschiedener Futterneiveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. *Züchtungskunde* 67, 263-273.
- Haiger, A., 2005:** Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. Österr. Agrarverlag, Wien.
- Haiger, A. und W. Knaus, 2010:** Vergleich von Fleckvieh mit Holstein Friesian in der Milch- und **Fleischleistung**. 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. *Züchtungskunde*, 82, 131-143.
- Horn, M., 2011:** Ökonomische Bewertung der Lebensleistung von Milchkühen in der biologischen Landwirtschaft, Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- Hüneke, L., J. Heise, D. Segelke, S. Rensing und G. Thaller, 2023:** Aktuelle genetische und phänotypische Trends in der deutschen Milchrinderzucht. *Züchtungskunde* 95, 209-220.
- Idel, A., 2011:** *Die Kuh ist kein Klima-Killer!*, Metropolis-Verlag, Marburg
- Knaus, W., 2009:** Dairy cows trapped between performance demands and adaptability, *J.Sci. Food, Agri.* 89, 1107-1114.
- Milcharbeitskreis: Jahresberichte, 2019-2022:** Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- Mißfeldt, F., R. Mißfeldt und K. Kuwan, 2015:** Ökonomisch optimale Nutzungsdauer von Milchkühen. *Züchtungskunde* 87, 120-143.
- Ostergaard, V., 1979:** Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows, 482. Beret. Statens Husdyrbrugs fors., S.138.

Pfeffer, E. und H. Spiekers, 1989: Stickstoffbilanz in Milchviehbetrieben. Der Tierzüchter, 41, 246 – 247.

Pfeffer, E., 1997: Nährstoffbilanzen in verschiedenen Fütterungssystemen. Archiv für Tierzucht, 40, 287 -294.

Postler, G., 2006: Ökologischer Gesamtzuchtwert (ÖZW) in der Milchviehhaltung. Österr. Fachtagung für biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 21./22. März 2006.

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

Zeddies, J., 1972: Ökonomische Entscheidungshilfen für die Selektion in Milchviehherden. Züchtungskunde 44., 149-171.

ZuchtData: Jahresberichte, 1965-2022: EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien

Umweltwirkung und Produktion von biologischen und konventionellen Systemen - Ergebnisse aus 42 Jahre DOK Versuch

Hans-Martin Krause^{1*}, Jochen Mayer², Astrid Oberson³, Klaus Jarosch²,
Andreas Fliessbach¹, Martina Lori¹ und Paul Mäder¹

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft ist eine der Haupttriebkraft des globalen Wandels, und es werden dringend Produktionssysteme benötigt, die die Umwelt schonen. Der ökologische Landbau wird als Alternative zu konventionellen Anbausystemen angesehen, da er sich auf die Gesundheit der Böden und die langfristige Nachhaltigkeit konzentriert. Messungen über einen Zeitraum von 42 Jahren im ältesten landwirtschaftlichen Systemvergleichsexperiment der Welt zeigen, dass Kohlenstoff und Stickstoff im Boden durch organischen Dünger stabilisiert und bei ausschließlicher Verwendung von Mineraldünger verringert werden. Mit 36 % weniger Stickstoff aus Düngemitteln, 76 % weniger verfügbarem Stickstoff, 36 % weniger Phosphor und 92 % weniger Pestizideinsatz wirkten sich ökologische Systeme positiv auf die biologische Vielfalt im Boden aus und hielten die Erträge stabil, aber 15 % niedriger als bei konventionellen Systemen. Düngemittelabhängige Lachgasemissionen und in geringerem Maße Veränderungen des Bodenkohlenstoffbestands sind die treibende Kraft hinter den flächenspezifischen Klimaauswirkungen, die in ökologischen Systemen deutlich geringer waren. Die Umsetzung der ökologischen und konventionellen Bewirtschaftung führte zu einer unterschiedlichen Struktur und Funktionsweise der mikrobiellen Bodengemeinschaft. Durch die Unterstützung der Multifunktionalität und Widerstandsfähigkeit landwirtschaftlicher Systeme leistet der ökologische Landbau einen wesentlichen Beitrag zum Schutz des Klimas und der Umwelt mit nachhaltigen Erträgen und entlastet kritische planetarische Grenzen.

Schlagwörter: Systemvergleich, Langzeitversuch, Klimawirkung, Bodenbiodiversität, Nährstoffe, Erträge

Summary

Agriculture is a major driver of global change, and productive systems with environmental impact are urgently needed. Organic agriculture is perceived as alternative to conventional farming systems due to its focus on soil health and long-term sustainability. Measurements over 42 years in the world's oldest farming system comparison experiment show that soil carbon and nitrogen are stabilized by organic manure and diminished if mineral fertilizer is applied solely. With 36% less fertilizer nitrogen, 76% less available nitrogen, 36% less phosphorus and 92% less pesticide inputs, organic systems positively affected soil biodiversity and maintained stable, but 15% lower, yields compared to conventional systems. Fertilizer-dependent nitrous oxide emissions and to a lesser extent soil carbon stock changes drive area-scaled climate impact, which was distinctly lower in organic systems. Implementation of organic and conventional management yiel-

¹ Research Institute of Organic Agriculture, Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick

² Department Agroecology and Environment, Agroscope, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich

³ Institute of Agricultural Sciences, ETH Zurich, Eschikon 33, CH-8315 Lindau

* Ansprechpartner: Dr. rer. nat Hans-Martin Krause, email: hans-martin.krause@fibl.org

ded in distinct soil microbial community structure and functioning. By supporting the multifunctionality and resilience of agricultural systems organic farming provides a substantial contribution to protect the climate and the environment with sustainable yields and reliefs pressure on critical planetary boundaries.

Keywords: system comparison, long term trial, greenhouse gas emissions, soil biodiversity, nutrients, yields

Einleitung

Der Landwirtschaftliche Sektor ermöglicht die Ernährung einer stetig steigenden Weltbevölkerung, ist aber einer der wichtigsten Treiber für die globale Umweltkrise. Die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger und produktiver landwirtschaftlicher Systeme ist mit entscheidend um Nährstoffverluste und Treibhausgasemissionen zu minimieren (IPCC 2022) und den Verlust an Artenvielfalt zu stoppen (IPBES 2019). Trotz niedrigerer Erträge werden biologische landwirtschaftliche Systeme als nachhaltigere Alternative zu konventionellen Systemen angesehen (Seufert et al., 2017). Um langfristige Effekte unterschiedlicher landwirtschaftlicher Systeme untersuchen zu können, sind Feldversuche unerlässlich. Der **DOK** Versuch in Therwil (CH) vergleicht bioDynamische (BIODYN), bioOrganische (BIOORG) und Konventionelle (CONFYM) Systeme mit einer ungedüngten Kontrolle (NOFERT) und einem konventionellen, mineralisch gedüngtem Verfahren (CONMIN) seit 1978. Die organisch gedüngten Verfahren (BIODYN, BIOORG und CONFYM) werden auf zwei Düngungsintensitäten von 1.4 und 0.7 DGVE umgesetzt und erhalten verfahrensspezifische Dünger; Stapelmist in CONFYM, Rottemist in BIOORG und kompostierter Mist in BIODYN. Das CONFYM Verfahren erhält zusätzlich eine mineralische Stickstoffdüngung. In allen Verfahren wird die gleiche, siebenjährige Fruchtfolge umgesetzt, mit zuletzt, zwei Jahren Kleegrass, Mais, Soja, Weizen, Kartoffeln und Weizen. 2019 wurde die sechste Fruchtfolgeperiode abgeschlossen und das Datenarchiv aktualisiert. Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, die Produktivität und die Umweltwirkung der Verfahren zu quantifizieren. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den kritischen planetaren Grenzen wie Nährstoffkreisläufe, Biodiversitätsverlust und Treibhausgasemissionen.

Methoden

Erträge wurden jährlich in Ernteparzellen in Frisch und Trockengewicht erfasst. Die Nährstoffeinträge durch organische Dünger (Gülle, Mist) wurden jährlich für alle Systemspezifischen Dünger mittels Kjeldahl-Digestion (Stickstoff), photometrische Analysen (Phosphor und Kalium) und durch Verbrennung (Kohlenstoff) quantifiziert. Nach der jährlichen Ernteerhebung wurden Bodenmischproben von jeder Parzelle entnommen, und getrocknet archiviert. Die Bodenkohlenstoff- und Stickstoffgehalte der archivierten Proben wurden mittels Elementaranalyse bei 900°C bestimmt. Systemspezifische Stickstoffbilanzen, die die Einträge durch Düngung, Deposition, Fixierung und Saatgut mitberücksichtigen, wurden über die 2.-6. Fruchtfolge gerechnet, wobei die N₂-Fixierung auf Basis von Isotopenversuchen im Feld bestimmt wurde (Oberson et al. 2007, 2013, Hammelehle et al., 2018). Die mittlere, jährliche Änderung des Bodenkohlenstoffgehaltes wurde für jede Parzelle mittels Regressionsanalyse bestimmt. Bodenbürtige Treibhausgasemissionen wurden für 571 Tage von 2012-2014 in der Kulturabfolge Kunstwiese-Mais-Gründüngung, mittels geschlossener Hauben quantifiziert (Skinner et al., 2019). Die flächenskalierte Klimawirkung wurde unter Berücksichtigung der mittleren jährlichen Änderungsrate der Bodenkohlenstoffvorräte, sowie der jährlichen Lachgas- und Methanemissionen, als CO₂ Äquivalente errechnet. Die Artenvielfalt von Makro-, Micro-, und Mesofauna wurde mittels Literatur-

recherche aus DOK-Publikationen zusammengefasst (Rotches-Ribalta et al. 2016, Hartmann et al., 2015, Esperschütz et al., 2007, Birkhofer et al., 2008, Pfiffner et al., 1997). Die pilzliche und bakterielle Diversität der Böden wurde durch Gensequenzierung bestimmt (Lori et al. 2023). Biologische Qualitätsindikatoren, wie mikrobielle Biomasse, und Aktivität Phosphor mineralisierender Enzyme und die Bodenatmung, wurden nach der sechsten Fruchtfolgeperiode bestimmt und mittels Hauptkomponentenanalyse zusammengefasst (Krause et al. 2023).

Ergebnisse und Diskussion

Die langfristigen Ertragsmittel weisen kulturspezifische Ertragsunterschiede zwischen biologischen (BIODYN, BIOORG) und konventionellen (CONFYM, CONMIN) Systemen auf. Die höchsten Unterschiede wurden bei Kartoffeln mit 32% weniger Ertrag in biologischen Systemen beobachtet, gefolgt von Weizen (-22%), Mais (-12%), Kleegrass (-9%) und Soja (+1%). Über alle Kulturen der siebenjährigen Fruchtfolgeperiode gemittelt, ergibt sich eine Ertragslücke von 15% in biologischen gegenüber konventionellen Systemen. Dabei zeigt das mit 0.7 DGVE gedüngte CONFYM Verfahren ähnliche Erträge wie das mit 1.4 DGVE gedüngte biologische Verfahren. In biologischen Systemen 36% weniger Stickstoff, 76% weniger direkt pflanzenverfügbare Stickstoff, 36% weniger Phosphor und 92% weniger Pestizide ausgebracht. Alle Verfahren mit einer Düngeintensität von 1.4 DGVE konnten den Bodenkohlenstoff stabil halten, und besonders in BIODYN konnten sogar steigende Bodenkohlenstoffgehalte beobachtet werden. Alle Verfahren mit 0.7 DGVE Düngeintensität sowie die ungedüngte Kontrolle und die mineralische gedüngte Variante (CONMIN) verloren Bodenkohlenstoff. Die ersten Unterschiede in Bodenkohlenstoffgehalten zwischen Verfahren der gleichen Düngeintensität wurden nach 22 Jahren, mit höheren Vorräten in BIODYN im Vergleich zu CONFYM festgestellt. Alle Verfahren zeigen eine positive Stickstoffbilanz mit hoher Stickstoffnutzungseffizienz von über 85%. Aufgrund des hohen Treibhausgaspotentials wird die Klimawirkung der Systeme vor allem durch Lachgasemissionen dominiert, während die Änderungen der Bodenkohlenstoffvorräte eine nachgeordnete Rolle spielen. Die biologischen Systeme zeigen dabei eine um 56% verringerte flächenskalierte Klimawirkung im Vergleich zu konventionellen Systemen. Auch die Vielfalt der Bodenbiodiversität, besonders die Mesofauna, und die biologische Bodenqualität profitierte von biologischen Systemen, allerdings auf Kosten eines erhöhten Unkrautdrucks. Das auf 0.7 DGVE gedüngte biodynamische Verfahren zeigte dabei eine höhere Bodenqualität als das auf 1.4 DGVE gedüngte konventionelle Verfahren CONFYM. Sowohl das landwirtschaftliche System als auch die Düngeintensität beeinflussen dabei die Struktur der mikrobiellen Gemeinschaft.

Schlussfolgerungen

Landwirtschaftliche Systeme die Tierhaltung und Ackerbau mit einer Düngeintensität von 1.4 DGVE kombinieren können die Bodenkohlenstoffgehalte stabil halten. Durch die Mistkompostierung, wie in BIODYN betrieben, können sogar steigende Bodenkohlenstoffgehalte erreicht werden, mit positiven Effekten auf Bodennährstoffe, Bodenbiodiversität und die biologische Bodenqualität. Durch Aufbau von Bodenkohlenstoff und organische Stickstoffdüngung auf geringerem Niveau weisen biologische Systeme eine niedrigere Klimawirkung im Vergleich zu konventionellen auf. Mit 15% verringertem, aber stabilem Ertrag können biologische Systeme somit den Druck auf kritische planetare Grenzen (Steffen et al., 2015), wie Biodiversitätsverlust, Emission von Treibhausgasen und Nährstoffkreisläufe verringern und einen entscheidenden Beitrag zur langfristigen Funktionalität von Agrarökosystemen leisten.

Danksagung

Spezieller Dank geht an die Begleitgruppe des DOK und an die Feldtechniker die in langjähriger Arbeit die Kontinuität des Versuchs sicherstellen. Wir danken dem Bundesamt für Landwirtschaft für die langjährige Unterstützung des DOK Versuchs.

Literaturverzeichnis

Birkhofer K, T. M. Bezemer, J. Bloem, M. Bonkowski, S. Christensen, D. Dubois, F. Ekelund, A. Fließbach, L. Gunst, K. Hedlund, P. Mäder, J. Mikola, C. Robin, H. Setälä, F. Tatin-Froux, W. H. Van der Putten, S. Scheu, 2008: Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 2297-2308.

Esperschütz J., A. Gattinger, P. Mäder, M. Schloter, A. Fließbach, 2007: Response of soil microbial biomass and community structures to conventional and organic farming systems under identical crop rotations. *FEMS Microbiology Ecology* 61(1), 26-37.

Hammelehle A., A. Oberson, A. Lüscher, P. Mäder, J. Mayer, 2018: Above- and belowground nitrogen distribution of a red clover-perennial ryegrass sward along a soil nutrient availability gradient established by organic and conventional cropping systems. *Plant Soil* 425, 507-525.

Hartmann M, B. Frey, J. Mayer, P. Mader, F. Widmer, 2015: Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming. *ISME J* 9, 1177–1194.

IPBES 2019: Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. [E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (eds)]. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. doi:10.5281/zenodo.3831673

IPCC 2022: Climate Change, 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi:10.1017/9781009157926

Krause, H. M., Stehle, B., Mayer, J., Mayer, M., Steffens, M., Mäder, P., & Fließbach, A., 2022: Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(6). <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00843-y>

Lori, M., Hartmann, M., Kundel, D., Mayer, J., Mueller, R. C., Mäder, P., & Krause, H. M., 2023: Soil microbial communities are sensitive to differences in fertilization intensity in organic and conventional farming systems. *FEMS Microbiology Ecology*, 99(6), 1–13. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiad046>

Oberson A., E. Frossard, C. Bühlmann, J. Mayer, P. Mäder, A. Lüscher, 2013: Nitrogen fixation and transfer in grass-clover leys under organic and conventional cropping systems. *Plant Soil* 371, 237-255.

Oberson A., S. Nanzer, C. Bosshard, D. Dubois, P. Mäder, E. Frossard, 2007: Symbiotic N₂ fixation by soybean in organic and conventional cropping systems estimated by ¹⁵N dilution and ¹⁵N natural abundance. *Plant Soil* 290, 69-83.

Pfiffner L, P. Mäder, 1997: Effects of Biodynamic, Organic and Conventional Production Systems on Earthworm Populations. *Biological Agriculture & Horticulture* 15, 2-10.

Rotchés-Ribalta R., L. Armengot, P. Mäder, J. Mayer, F. X. Sans, 2016: Long-Term Management Affects the Community Composition of Arable Soil Seedbanks. *Weed Sci* 65, 73-82.

Seufert, V., Ramankutty, N., 2017: Many shades of gray—The context-dependent performance of organic agriculture. *Science Advances* 3.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell Sarah, E., Fetzer, I., Bennett Elena, M., Biggs, R., Carpenter Stephen, R., de Vries, W., de Wit Cynthia, A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace Georgina, M., Persson Linn, M., Ramanathan, V., Reyers, B., Sörlin, S., 2015: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855.

Klimawandel-Anpassung - Bildungs- und Beratungstools der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Andreas Steinwider^{1*}

Der Klimawandel berührt die Landwirtschaft! Entsprechend den Klimaprognosen werden die Temperaturen weiter steigen und die Niederschläge weniger und ungünstiger verteilt anfallen. Anpassungen an den Klimawandel müssen durchdacht und gut begleitet auf den Bauernhöfen umgesetzt werden. Die bestehende enge Verknüpfung von landwirtschaftlicher Bildung, Beratung, Forschung und Praxis ist dabei sehr hilfreich.



Abbildung 1: raumberg-gumpenstein.at/klimawandel

Bäuerinnen und Bauern gut begleiten

An der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein wurde aktuelles Klima-Anpassungswissen in einem Bildungs- und Beratungstool für die Praxis, Beratung und Lehre zusammengefasst. Dies umfasst bisher bereits mehr als 30 Podcasts & Videos, Fachartikel und Foliensätze!

Folgende Informationen können wir Ihnen kostenlos zur Verfügung stellen:

- Unsere [Podcast-Serie Agrar Science – Wissen kompakt zum Thema Klimawandel-Anpassung](#) mit derzeit mehr als 30 Expertengesprächen: praxisnah zu den unterschiedlichsten Themen als Audio- und Videoversion
- Die auf dem Podcast aufbauende [Fachbrochüre zur Klimawandel-Anpassung](#) mit kurzen und aussagekräftigen Fachartikeln zum Nachlesen und
- Ergänzende [Foliensätze für Unterricht und Beratung](#) in allen landwirtschaftlichen Bereichen.

Sie finden diese Inhalte ([Fachbrochüre](#), Foliensätze und vertiefende Infos zum jeweiligen Thema) direkt bei den einzelnen Podcasts.

Die [Fachbrochüre und die Foliensätze](#) können Sie im Downloadbereich zusätzlich kostenlos herunterladen.

Alle Podcasts können Sie auch auf den aktuellen Plattformen unter „Agrar Science - Wissen kompakt“ anhören.

<p>FOLIENSÄTZE Klimawandel-Anpassung für „Lehre und Beratung“</p> <p>Kurze Foliensätze ergänzen unsere Fachbrochüre sowie die Podcast-Serie.</p> <p>Die Foliensätze unterstützen damit ideal</p> <ul style="list-style-type: none">✓ den Unterricht an landwirtschaftlichen Schulen✓ bei Vorträgen in der Praxis	<p>PODCAST-SERIE Agrar Science – Wissen kompakt zum Thema „Klimawandel-Anpassung“</p> <p>In mehr als 30 Podcasts werden wertvolle Tipps gegeben, wie Sie den eigenen Betrieb mit Maßnahmen klimafitter machen können.</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Der thematische Bogen ist breit gespannt✓ Das „Drehen an vielen kleinen Schrauben“ ist erforderlich	<p>FACHBROSCHÜRE Klimawandel-Anpassung Empfehlungen für die Landwirtschaft</p> <p>Kurze prägnante Fachartikel ergänzen die Podcast-Serie sowie die Foliensätze ideal.</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Ein sehr gutes Nachschlagewerk für Bäuerinnen und Bauern✓ Die landwirtschaftliche Jugend, Beratung und Lehre profitieren
<p>Wir freuen uns, wenn die Foliensätze Ihre Arbeit in Lehre und Beratung unterstützen</p> <p>Hier finden Sie kostenlos die Foliensätze (pdf) zum Download:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ www.raumberg-gumpenstein.at/klimawandel  	<p>Hören Sie hinein und erfahren Sie viel Wissenswertes zur Klimawandel-Anpassung</p> <p>Hier finden Sie kostenlos jederzeit die Podcasts zum Hören bzw. Sehen:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ www.raumberg-gumpenstein.at/klimawandel✓ Alle Podcast-Plattformen unter „Agrar Science – Wissen kompakt“  	<p>Agrar Science – Wissen kompakt schriftlich zusammengefasst</p> <p>Hier finden Sie die kostenlose pdf-Version der 120-seitigen Fachbrochüre bzw. können Sie die Brochüre zum Selbstkostenpreis bestellen:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ www.raumberg-gumpenstein.at/klimawandel  

Abbildung 2: Klimawandel-Anpassung - Bildungs- und Beratungstools

¹ HBFLA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

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

Anpassungsmöglichkeiten für Bio-Grünlandbetriebe im Klimawandel

Wolfgang Angeringer^{1*}

Zusammenfassung

Die österreichische Grünlandwirtschaft ist in Folge zunehmender Temperaturen und Trockenheiten im Sommer wie Winter großen Veränderungen unterworfen. Unser Kulturgrasland besteht aus ausdauernden, mäh- und weideverträglichen, aber auch wasserbedürftigen Arten. Durch die Ausbildung eines tiefen oder flachen Wurzelsystems ergeben sich Unterschiede in der Trockenheitstoleranz. Mit Zunahme der Nutzungshäufigkeit erfolgt eine Verschiebung des Pflanzenbestandes in Richtung flachwurzelnender Arten mit Ausläufern oder Kriechtrieben. Dem entgegenzuwirken, werden drei Beispiele aus der Beratungspraxis und on-farm research der steirischen Grünlandberatung vorgestellt: Die Umstellung des Weidesystems auf Koppel-Umtriebsweide, die Einsaat von Rotklee in mittelintensiven Mähwiesen und die Etablierung von Versamungstreifen in Heuwiesen. Allesamt haben das Ziel, die Grasnarbe besser auf Stressperioden vorzubereiten.

Schlagwörter: Steilflächenweide, Umtriebsweide, Versamungsaufwuchs, Rotklee, Nachsaat

Summary

Grassland farming in Austria is increasingly suffering from changes in both rising temperature and drought in summer as well as winter season. To keep in mind that our semi-natural grassland species are all perennial and compatible to grazing and mowing, they are on the other hand very susceptible to water stress. Differences among species exist in their root systems – that is either shallow or deep growing, latter offers more access to soil moisture. But species with roots mostly near the surface increase in coverage if mowing or grazing starts to intensify. To limit this process, some examples of advisory work on grassland farms are shown in this article: Establishment of an rotary grazing system which allows pasture plants to recover; sowing of red clover without ploughing within an established mountain meadow; and the establishment of hayseed-strips during the second growth of hay-meadows. Together, all methods aim to build the grassland communities to a higher level of stress resilience.

Keywords: Hillside grazing, grazing rotation, hay seed stripes, red clover

Einleitung

Viele Betriebe werden es bestätigen – das Dauergrünland leidet zunehmend an trockenen Phasen während des gesamten Jahres. War beispielsweise vor ca. 15 Jahren die Kurzrasenweide im regenreichen Grünlandgebiet das Maß aller Dinge in der Bio-Milchviehhaltung, müssen wir seit einigen Jahren erkennen, dass dieses System in vielen Regionen nicht mehr praxistauglich ist. Das liegt teils am hohen Anteil flach wurzelnder Arten (v.a. Englisch-Raygras, Wiesenrispe, Weißklee), aber auch an anderen Faktoren wie wenig Futtermittelvorrat auf der Fläche, geringe Bodenbeschattung (Stichwort: Schattengare) und

¹ LK Steiermark, Fachbereich Grünland, Referate Biozentrum und Pflanzenbau, Hamerlinggasse 3, 8010 Graz

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

Defiziten bei der Nährstoffversorgung. Seit einigen Jahren berät die Grünlandberatung deshalb vermehrt in Richtung Umtriebs-Koppelweide, die auf einigen Betrieben bereits erfolgreich angewendet wird.

In Mähwiesen stellt sich die Situation ähnlich dar: Dort, wo die Nutzungshäufigkeit für den Standort zu hoch ist und zugleich der Pflanzenbestand einen hohen Anteil flach wurzelnder Arten enthält, führt jede Trockenheit umgehend zu Ertragsverlusten. Im Endeffekt stellt sich für viele Betriebe die Frage nach der idealen Kombination aus Nutzungshäufigkeit (beeinflusst die Futterqualität) und Düngung (beeinflusst die Kraft der Aufwüchse die gewünschte Qualität zu erreichen) mit einem angepassten Pflanzenbestand (mehr tief wurzelnde Obergräser und Leguminosen). Da in Österreich keine zwei Betriebe exakt denselben Standort (Boden, Hangneigung, etc.) bewirtschaften, müssen diese Bedingungen in der Praxis immer mitgedacht werden. Hier kann die Beratung hilfreich sein, und z.B. bei Wiesenbegehungen neue Ideen „von Bauer zu Bauer“ und „von Theorie zur Praxis“ liefern.

Material und Methoden

Es werden Beispiele aus der Beratungsarbeit mit Grünlandbetrieben verschiedenster Produktionsausrichtung vorgestellt. Wesentlich ist, dass die meisten Vorschläge aus der Beratungstheorie von der Praxis auf Umsetzbarkeit überprüft wird, dass also die Betriebe immer einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg beitragen. Über on-farm research Projekte können diese zudem über mehrere Jahre bei der Umsetzung einer Maßnahme begleitet werden. Im Beitrag werden dabei Ergebnisse aus dem aktuell laufenden EIP-AGRI (Europ. Innovationspartnerschaft f. l.w. Produktivität u. Nachhaltigkeit) Projekt „Weideinnovationen“ vorgestellt, in dem es um die Herausforderungen der Weide auf Steiflächen und Hutweiden geht.

1) Umstellung auf Koppelweidesystem in Gunst- und Steiflächenlage

A Gunstlage: Bio-Milchviehbetrieb, 13,7ha Dauergrünland, 6,7ha Dauerweide, 7ha 3-4x Mähwiesen, 15 Kühe mit eigener Nachzucht, 23 GVE (1,6-1,7 GVE/ha), Standort: lehmiger Schluff/Pseudogley, tiefgründig, <10% Hangneigung, 650m Seehöhe, 800-900mm Jahresniederschlag, pH 5,2-5,5; Zeitraum 2018-2023.

Abbildung 1: Bodenstich, lehmiger Schluff, bindiger, gründiger Pseudogley, kalkfrei, pH Unter- und Oberboden ca. 5,5.



Am Anfang stand eine Hofberatung mit Besprechung der Ausgangssituation des Mähweidesystems mit Kurzrasen im Frühjahr und Herbst dem Bestand und Boden Anfang September 2018. Dabei wurde mittels Beratungsprotokoll die Umsetzung folgender Maßnahmen erarbeitet:

- Umstellung des Weidesystems zu einer Koppel-Umtriebsweide: Vorweide auf gesamter Weidefläche im April, danach 5-6 gleich große Koppeln mit 3-4 Tage Besatzzeit
- 1x Düngung der Koppel mit Gülle während Weidezeit,
- Pflegeschritt: Hohe Mahd je nach Bedarf
- Nachsaat mit Weidemischungen KWEI und G abwechselnd
- Erhaltungskalkung 1000kg kohlenaurer Kalk alle 3 Jahre
- Hyper-Phosphat Ausgleich nach P-Saldo in der Düngebilanz (Ermittlung mit lk-Düngerrechner)

B) Steilflächenlage: EIP-AGRI „Weideinnovationen“ Projektbetrieb, Mutterkuh – Jung-rinderproduktion, 37,3ha Dauergrünland, 10,6ha Dauerweide, 26,7ha 2-4x Mähwiese, 37,6 GVE (1-1,1GVE/ha), Standort Dauerweide: >50% SW Hangneigung, mittelgründige Braunerde/lehmgiger Sand, pH 5,6-5,8; 980m Seehöhe, 800-900mm Jahresniederschlag, Zeitraum 2022 und 2023:



Abbildung 2 und 3: Einrichtung Beobachtungsfläche für die Aufwuchshöhenmessung und Aufnahme Pflanzenbestand.



Abbildung 3: Bodenstich mit Erdbohrstock (Pürckhauer) und pH-Wert Schätzung (Hellige).

Auf der Beobachtungsfläche von 125m² (5x25m) wurden folgende Erhebungen durchgeführt: Pflanzenbestand (Deckungsprozente n. SCHECHTNER 1958), Schätzung der Ein- und Abtriebshöhe mit der Eimerdeckelmethode (STEINWIDDER 2015 n. MOSIMANN et al. 2005): Auf mindestens 25, gleichmäßig auf der Beobachtungsfläche verteilten Stellen wird mittels gelochtem Eimerdeckel (10l Gebinde) und Zollstock die Wuchshöhe bestimmt (auf ganze cm aufgerundet) und in ein Aufwuchshöhenblatt übertragen. Dies führten die Betriebsleiter selbständig durch. Weiters wurden Besatz- und Ruhezeiten, Tieranzahl und sämtliche Bewirtschaftungsmaßnahmen dokumentiert.

Die **Umsetzung folgender Maßnahmen** wurde erarbeitet:

- Einrichtung Koppel- Umtriebssystem mit mind. 5-6 Koppeln
- Eintriebshöhe soll im 1. Halbjahr mind. 12cm betragen
- 3-4 Tage Besatzzeit je Koppel
- Pflegeschnitt (Mähen während Vegetationszeit) nach Bedarf
- 1x Düngung (Gülle, Rottemist) in Vegetationszeit Frühjahr und Herbst

2) Nachsaat von Rotklee in Dauerwiesen

Der Rotklee (*Trifolium pratense*) ist eine kurzlebige, dafür rasch keimende Leguminose mit starker Seitenwurzelbildung und einem Wurzeltiefgang von >80cm im 2. Jahr (KUTSCHERA et al. 1960). Besonders seine Eigenschaft als Stickstofffixierer macht ihn zu einer interessanten Futterpflanze in Dauerwiesen. Die Wahl des richtigen Zeitpunktes für eine Nachsaat in Dauerwiesen ist eine häufig gestellte Frage aus der Praxis. Oft wird der Zeitpunkt Mitte-Ende August als erfolversprechend genannt. Die Einsaat der einzelnen Komponente (Art) anstatt einer Mischung lässt die Überprüfung des Erfolges durch Schätzung dieser im Bestand zu.

Durchführung Praxisversuch: Nachsaat am 16. August 2021 mit zwei Rotkleesorten (SPURT; TEMPUS); Standort SW- Hang (Bezirk Murtal), mittelgründige Braunerde, Bodenart lehmiger Sand, pH-Wert 5,5-5,8; P- Gehaltsstufe B, K- Gehaltsstufe C. Bewirtschaftung: 2x Mahd, Weide Ende August, Rottemist 15m³ Herbst, 10m³ verdünnte Gülle nach 1. Mahd. Nach 2 Jahren mit trockenen Sommern entsprach die Lückigkeit zur Saatzeit (= offene Bodenoberfläche) 15-25%, ausreichend um ohne intensives Striegeln das Saatgut auf die Erde ablegen zu können. Die Saatstärke betrug 10kg/ha, Aussaat mittels Grünlandstriegel (Fa. Güttler). Beobachtungszeitraum: 2021-2023, Schätzung Rotkleeanteil als Flächen-Deckungsprozent.

Abbildung 4: Nachsaat mit Grünland-Nachsaatstriegel am 16. August 2021





Abbildung 5: Zwischen 15 und 25% Lückigkeit nach 1x Überfahrt.

3) Versamungstreifen in Heuwiesen

Biologisch wirtschaftende Grünlandbetriebe mit niedriger Nutzungsstufe (2-3 Schnitte jährlich) fragen oft nach Möglichkeiten, wie sie die Pflanzenbestände der artenreichen (Heu-)Wiesen auch ohne regelmäßige Nachsaat von Futterpflanzen-Sorten qualitativ erhalten können. Nachdem heutzutage praktisch alle Wirtschaftswiesen eines Betriebes vor der Reife im Juli geerntet werden, haben wertvolle Obergräser wie Knaulgras, Timothee, Wiesen-Schwingel oder Glatthafer keine Möglichkeit mehr, in die Samenreife zu gelangen.

Seit drei Jahren sammeln Heubetriebe im Bezirk Murtal Erfahrungen mit dem Stehenlassen von Versamungstreifen bei der ersten Mahd. Dabei wird ca. eine Mähbreite zufällig im Feld oder am Rand ausgelassen, und erst beim folgenden Schnitt mitgemäht. Die Betriebe werden dabei von der Beratung begleitet und die Flächen bei Wiesenbegehungen im Juni zusammen mit Interessierten besichtigt. Die Aufnahme des Pflanzenbestandes erfolgt mittels Artenliste und Einschätzung der Artmächtigkeiten nach BRAUN-BLANQUET (1951). Ergebnisse aus diesen Praxisversuchen werden über den LK eigenen Grünland-Infoblitz an Abonnenten per Mail mitgeteilt.

Ergebnisse und Diskussion

1) Koppel- Umtriebsweidesystem

A) Gunstlage

Ausgangssituation 2018: Mähweide mit Beweidung im Frühjahr und Herbst, 2x Mahd im Sommer, gesamt 4 Nutzungen. Pflanzenbestand: Bastard-Raygras 20%, 40% Gemeine Risppe, 30% übrige Gräser (v.a. Knaulgras, Wiesen-Fuchsschwanz, Honiggras, Timothee); 10% Weißklee; 10% Scharf-Hahnenfuß, 20% übrige Kräuter (v.a. Kriech-Hahnenfuß, Löwenzahn-Arten).

Abbildung 6: Trittschaden im Ausgangspflanzenbestand Mähweide mit hohem Anteil an Gemeiner Risppe (*Poa trivialis*)



Abbildung 7: Hoher Anteil an Scharf-Hahnenfuß (*Ranunculus acris*)



Der Ausgangsbestand wies eine Pseudo-Lückigkeit mit Gemeine Risppe-Filz auf, zudem war ein hoher Besatz mit anspruchslosen Lückenfüllern wie Scharf-Hahnenfuß, Bastard-Raygras (*Lolium x boucheanum*) und Verdichtungsanzeigern wie Kriech-Hahnenfuß (*R. repens*) feststellbar. Auffallend war auch der geringe Kleeanteil, ein zusätzlicher Hinweis auf Nährstoffungleichgewichte und geringer Basensättigung im Boden (niedriger pH-Wert). Der Betrieb düngte darauf über 4 Jahre jährlich 300kg kohlen-sauren Kalk und 200kg Hyperphosphat im Herbst, führte eine Nachsaat im Mai während der Weide mit den Mischungen KWEI und G abwechselnd durch, und führte das Koppelweidesystem ein. Die Koppeln werden 1x während der Vegetationszeit, je nach Wetterlage mit 10m³ Gülle gedüngt, die Hauptdüngung mit Gülle erfolgt im zeitigen Frühjahr. In guten Wachstumsjahren kann eine Koppel auch gemäht werden, ansonsten wird nur geweidet. Die Vorweide erfolgt auf der ganzen Fläche Anfang April.



Abbildung 8 und 9: Koppelweide mit angepasster Düngung nach 5 Jahren führte zu dichterem Grasnarbe und weniger Lückenfüllern.



Der Pflanzenbestand entwickelte sich bis September 2023 Richtung 60% Englisch-Raygras, 35% Weißklee und 10% Knautgras. Bastard-Raygras, Gemeine Risppe und Scharf-Hahnenfuß konnten auf jeweils <5% zurückgedrängt werden. Hinsichtlich zunehmender Trockenheiten im Gebiet ist in Zukunft noch mehr auf die Etablierung tief wurzelnder Obergräser zu achten – neben Knautgras auch Timothee und Wiesenschwingel. Anstatt Gemeiner Risppe ist die für Dauerweiden typische Läger-Risppe (*Poa supina*) eingewandert und es zeigen sich erste niedrigwüchsige Nester im Bestand – ein Hinweis auf Nährstoffmangel.

Weitere Empfehlungen: Nachsaat mit Mischung G oder NAWEL anstatt KWEI, Koppelung beibehalten, die Besatzdauer auf 3-4 Tage reduzieren, derzeit 5 Tage im Schnitt. Mulchen nach Bedarf, während der Weidezeit hoch mähen, damit Kuhfladen möglichst unberührt bleiben. Ideale Eintriebshöhe 12cm und Abtriebshöhe 7cm, vor allem bei Trockenheit einhalten.

B) Steifläche

Ausgangssituation 2022: Durch wiederkehrende Sommertrockenheiten und intensiver Beweidung degradiertes Pflanzenbestand mit 20% Furchen-Schwingel (*Festuca rupicola*) und 15% Rot-Schwingel (*Festuca rubra*) als dominierende Grasarten. Weitere Gräser mit höherem Anteil waren Wiesenrispe (v.a. Schmalblättriger Typ), Ruchgras und Kammgras. Der Leguminosenanteil war mit unter 15% sehr niedrig, dafür wies der Bestand einen hohen Kräuteranteil von >40% (v.a. Löwenzahn-Arten, Spitz-Wegerich und Schafgarbe) auf.

Abbildung 10: Pflanzenbestand im Sommer 2022 degradiert, Furchen-Schwingel dominierend.



Abbildung 11: Erholung Weidenarbe im Juni 2023 durch mehr Niederschlag und Anpassung Weideumtrieb.



Der Ausgangsbestand war von trockenheits- und weidetoleranten Arten dominiert. Laut Projektziel war eine Eintriebshöhe von 12cm einzuhalten, bei einer maximalen Besatzzeit von 4-5 Tagen. Dies wurde 2022 vor allem ab August (nach Mulchtermin) nicht erreicht,

im Jahr 2023 schon deutlich besser (vgl. Abb. 12) – auch aufgrund der deutlich höheren Niederschläge. Der Betrieb versuchte im Jahr 2023 die Viehbesatzstärke und Besatzdauer anzupassen. Die Besatzstärke auf allen Flächen betrug ca. 0,3ha/GVE, was in feuchten Jahren ausreicht, in trockenen Jahren jedoch zu knapp ist. Hier kann entweder auf eine Zufütterung gesetzt werden, oder die Weidefläche wird um einen Teil der Mähwiesen ausgeweitet.

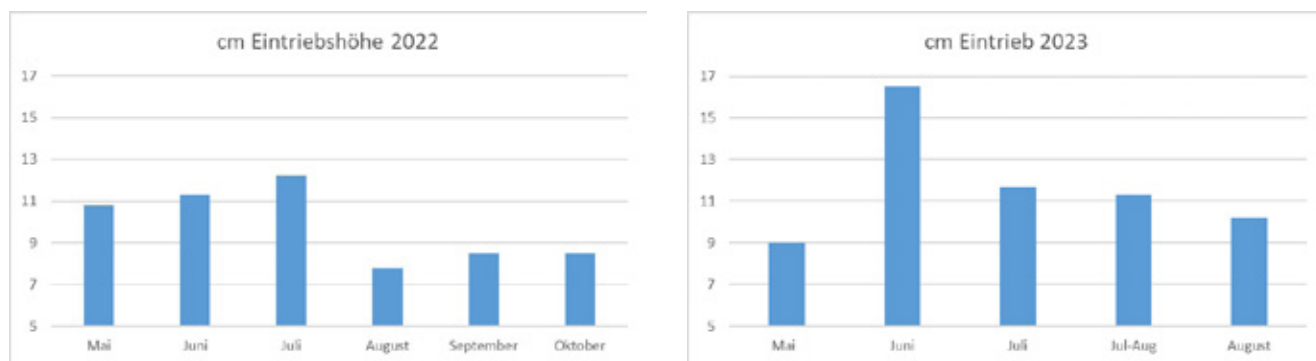


Abbildung 12: Eintriebshöhe Beobachtungsfläche Steiflächenlage 2022 und 2023 (ANGERINGER 2023, in Arbeit).

Nach einem verhaltenen Frühjahr mit Kälteeinbruch im April bis Anfang Mai kam es ab der zweiten Maiwoche zum Vegetationsstart mit einem kompensatorischen Wachstum. Dieses Phänomen wird in der Grünlandforschung weltweit beobachtet und hängt von vielen Faktoren wie Arten-zusammensetzung, Wurzel-Boden-Interaktionen und Nährstoffversorgung der Böden zusammen (z.B. ZHOU et al. 2022). In der Praxis sehen wir häufig ein überschießendes Wachstum bei auf Trockenphasen folgender feucht-warmer Witterung. Dies kann im Frühsommer nach Herbst- Winter-trockenheit oder auch nach Sommertrockenheiten Ende August stattfinden. Auf der Projektfläche führte das kompensatorische Wachstum im Mai dazu, dass die Tiere bei 9cm Eintriebshöhe den Aufwuchs nicht mehr abweiden konnten, wodurch im Juni die Eintriebshöhe auf über 15cm anwuchs (Abb. 12). In weiterer Folge wurde ein Pflegeschnitt notwendig.

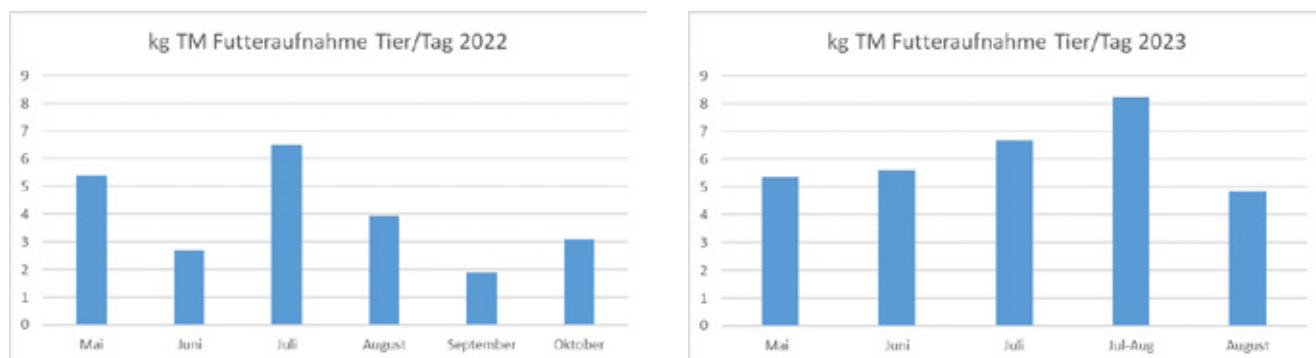


Abbildung 13: Vergleich Futteraufnahme auf Beobachtungsfläche Steiflächenlage 2022 und 2023 (ANGERINGER 2023, i.A.).

Abbildung 13 zeigt gut, wie die geschätzte Weidefutteraufnahme in kg TM je Tier und Tag im feuchten Jahr 2023 anstieg. War 2022 im trockenen Juni und August eine Zufütterung sowie Flächenvergrößerung notwendig, war dies im Jahr 2023 nicht notwendig. Die Futteraufnahme wurde durch Umrechnung der von den Tieren aufgenommenen cm Wuchshöhe auf den geschätzten Trockenmasse-Vorrat ermittelt. Es wurden dafür die von STEINWIDDER (2015) für Österreich adaptierten Schätzwerte von MOSIMANN et al. (2005) herangezogen, im Beispiel 119kgTM/ha je cm im Frühjahr, ab Juli 149kgTM/ha und ab September 104kgTM/ha, für Bestände mit <70% Horstgrasanteil.

Der Pflanzenbestand entwickelte sich durchwegs positiv: während der Furchenschwengel von 20 auf 10% Anteil verlor, legten die Leguminosen um 10% Punkte, hier vor allem der Rotklee (*Trifolium pratense*) zu. Insgesamt ist hier die hohe Artenvielfalt von 46 krautigen Pflanzenarten auf 125m² hervorzuheben. Darunter befinden sich auch seltenere Arten wie z.B. Wundklee (*Anthyllis vulneraria*) und Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*). Auch die Artenvielfalt auf den weiteren vier EIP-Projektflächen ist insgesamt mit mindestens 37 Arten am wüchsigsten Standort bis 70 Arten am trockenen Standort auf 125m² sehr hoch – ein Hinweis darauf, dass die Grünlandpflanzen Vielfalt in Österreich mit der Beweidung von Steilflächen und Hutweiden nachhaltig und großflächig erhalten werden kann.

2) Nachsaat von Rotklee

Artenzusammensetzung zu Versuchsbeginn: Englisch Raygras (30), Wiesenrispe (25), Knaulgras (3), Timothe (1), Honiggras (1), Weißklee (20), **Rotklee (10)**, Schafgarbe (15%), Löwenzahn (5), Wiesen-Pippau (5), Scharf-Hahnenfuß (3), Spitz-Wegerich (3), Wiesen-Kümmel (3), Hornkraut (3), rund 50 Begleitarten niedrigerer Deckung. Besonders hervorzuheben ist der hohe Anteil an narbenbildenden Untergräsern (das sog. „Bodenfutter“) im Bestand, der zwar für einen dichten Aufwuchs und eine stabile Grasnarbe sorgt, bei Trockenstress jedoch umgehend das Wachstum einstellt.

Abbildung 14: Etablierter Rotklee-Bestand nach 1. Jahr, Aufnahme 20. August 2022, Sorte SPURT



Abbildung 15 & 16: einjährige Rotkleepflanze mit aktivem (rote Färbung) (li.) Knöllchenbesatz (re.).



Ein Zitat der Grünlandsaat lautet: „*egal wann, feucht und warm muss es sein!*“! Also, aufgrund der notwendigen oberflächlichen Ablage der Feinsämereien muss ausreichend Feuchtigkeit über einen längeren Zeitraum vorhanden sein. Obwohl das im Herbst 2021 nur teilweise der Fall war (v.a. der Winter war ab November wieder sehr trocken), reichten die Regenfälle im September-Oktober aus, um die Samen anwachsen zu lassen. Der Rotklee (beide Sorten im Versuch sind Acker-Rotkleearten mit rascher Entwicklung) war bereits im ersten Aufwuchs, und dann besonders im zweiten Aufwuchs 2022 gut entwickelt – die Deckung des Rotkleees der Sorte SPURT stieg von ursprünglich 10 auf 35%, bei der Sorte TEMPUS von 10 auf 20% an (vgl. Bild 12; ANGERINGER 2022).

Folgende Parameter führen unter anderem zu einer erfolgreichen Rotklee-Einsaat:

- **Zeitpunkt:** Wetter nach der Saat nicht zu trocken
- **Lückenanteil** >15% (= offener Boden)
- **pH-Wert:** >5,5
- Gute **Basensättigung** im Boden - Nährstoffgleichgewicht
- **Phosphorversorgung:** Gehaltsstufe mind. B nach CAL
- Gründiger, nicht zu schwerer, gut erwärmbare Boden
- Bis zur ersten Blüte **keine Gülleüngung**, dann max. 15m³/ha gut verdünnt in den erwärmten Boden (zum 2. oder 3. Aufwuchs)
- Grunddüngung mit **Rottemist** anstatt Gülle zur Rotkleeförderung

3) Versamungstreifen in Heuwiesen

Durch das gute Wachstum können die Futterpflanzen in feuchten Jahren sehr gut Samen ausbilden. Einige Landwirte im Pöls- und Murtal, allesamt Heubetriebe, praktizieren bereits das Konzept des Versamungstreifens: beim ersten Schnitt wird ein Streifen, vorzugsweise in der Wiesenmitte, stehen gelassen, und erst beim zweiten Schnitt mitgemäht. Bei Heubetrieben ist dies möglich, da die Streifen auch wenn sie überständig sind einfach bei der Heuernte mitgeerntet werden. Für Silobetriebe mit Raygrasbetonten Wiesen und vier Schnitten jährlich ist dies natürlich keine Option. Zwei- und Dreischnitt-Dauerwiesen können jedoch vom Aussamen der Futterpflanzen in den Streifen profitieren!



Abbildung 17: Versamungstreifen einer Zweischnittwiese mit Nachweide (3 Nutzungen jährlich) im Pölstal, aufgenommen am 19.06.2023. Düngung mit 20m³ Rottemist im Herbst, obergrasbetonte Dauerwiese.

Abbildung 18: Obergrasbetonte Dauerwiese ohne Raygräser.



Tabelle 1: Artenliste Versamungstreifen Pölstal (ca. 2x50m); Trivialnamen n. FISCHER et al. 2008

Gräser	Leguminosen	Kräuter
Knautgras (Leitgras)	Rot-Klee	Wiesen-Witwenblume
Goldhafer	Weiß-Klee	Wiesen-Labkraut
Glatthafer	Zaun-Wicke	Wiesen-Kerbel
Wiesen-Lieschgras	Vogel-Wicke	Groß-Sauerampfer
Wiesen-Fuchsschwanz	Hornklee	Schafgarbe
Ruchgras	Wiesen-Platterbse	Wiesen-Storchschnabel
Wiesen-Rispengras		Spitz-Wegerich
Flaumhafer		Wiesen-Pippau, W.-Löwenzahn
Rot-Schwingel		Wiesen-Bocksbart
		Margerite, Bergwiesen-Frauenmantel
		Wiesen-Kümmel, Groß-Bibernelle
		Wiesen-Bärenklau
		Gewöhnlich-Hornkraut
<i>Ungräser</i>	<i>Unkräuter/Giftpflanzen</i>	Rauh-Leuzenzahn
Wolliges-Honiggras (wenig)	Scharf-Hahnenfuß (wenig)	Gewöhnliches Leimkraut
Weiche Trespe (wenig)	Geißfuß (wenig)	Klein-Storchschnabel
Gemeines Rispengras (wenig)	41 Arten/ca. 100m²	Feld-Ehrenpreis, Gamander E.

Für die Auswahl der geeigneten Flächen für Versamungstreifen ist die Düngung und der Pflanzenbestand entscheidend. Raygrasbetonte, sowie Güllegedüngte (v.a. im Frühjahr) Wiesen ab 4 Nutzungen jährlich eignen sich naturgemäß nicht. Ebenso scheiden stark verunkrautete Wiesen (z.B. Stumpfblatt-Ampfer) aus. Obergrasbetonte Wiesen mit Knautgras, Wiesen-Lieschgras, sowie Glatthafer eignen sich jedoch sehr gut. Zum Aufnahmezeitpunkt der Wiese oben befanden sich Mitte Juni die Leitgräser noch in der Blüte – die Reife erfolgt dann je nach Witterung im Juli. Man beachte das Fehlen von Raygräsern, sowie die niedrige Deckung der im Grünland ansonsten in Zunahme befindlichen Ungräser Gemeine Risse und Wolliges Honiggras (s. ANGERINGER 2023).

Artenreiche Wiesen dienen auch als wertvolle genetische Ressource in Zukunft, da es in der Ökologie zahlreiche Bei-

spiele gibt, in denen artenreiche (diverse) Systeme (z.B. eine Dauerwiese) um einiges stabiler und widerstandsfähiger gegenüber Umweltstress (z.B. Dürren) sind, als Monokulturen (z.B. Raygraswiesen).

Fazit

Vielfältige, an die Nutzung angepasste und gut mit Nährstoffen versorgte Grünlandbestände erweisen sich als widerstandsfähig gegenüber Trockenperioden. Sichtbar wird dies durch ein rasch wiedereinsetzendes Wachstum der Futterpflanzen nach einer Dürre. Aus den unterirdischen Kriechtrieben und Ausläufern sowie den oberflächennahen Knospen der Erdsprosse vermögen unsere ausdauernden Grünlandpflanzen gut zu regenerieren. Dazu ist es erforderlich, dass die Nutzungshäufigkeit (Zahl Weidegänge, Anzahl Schnitte) mit der Düngung (Nährstoff-Versorgung der Aufwüchse) im Einklang steht und der Pflanzenbestand ausgewogen ist („*das richtige Gras auf den rechten Fleck*“). Zum Bestand gehören neben den narbenbildenden, aber nur seicht wurzelnden Arten (v.a. Englisch-Raygras, Wiesenrispe, Weißklee) unbedingt auch horstbildende Futtergräser (z.B. Knautgras, Timothe, Wiesenschwingel), Leguminosen (v.a. Rotklee, Hornklee, Luzerne) und Futterkräuter (z.B. Löwenzahn-Arten, Spitz-Wegerich, Zichorie).

Beispiele für erfolgreiche Maßnahmen in der Praxis wie die hier gezeigten werden vom Fachbereich Grünland der Lk Steiermark über einen eigenen Grünland-Infoblitz direkt an Abonnenten per E-Mail versendet. Artikel werden zudem laufend über die Online-Portale wie www.lko.at und Fachzeitschriften angeboten. Hofberatungen mit Wiesenbegehungen, Seminare und Vorträge werden weiters genutzt, um das Wissen „von Bauer zu Bauer“ weiterzugeben.

Letztendlich ist die Grünlandwirtschaft den sich ständig ändernden Rahmenbedingungen unterworfen. Sämtliche Vorschläge, Lösungsansätze und Beispiele sind im Pflanzenbau stets als in Veränderung befindlich zu sehen. Vieles was wir heute für gut finden, kann sich in fünf Jahren schon wieder als Einbahnstraße herausstellen. So lange wir diese Entwicklung annehmen und bereit für Veränderung sind, werden sich auch Lösungen in Zukunft finden lassen.

Literaturverzeichnis

ANGERINGER W., 2022: Nachsaatversuch mit Einzelkomponenten. Grünland-Infoblitz 7/22. LK Steiermark, 5 S.

ANGERINGER W., 2023: Versamungsaufwüchse – eine Möglichkeit zum Erhalt der Pflanzenbestände? Grünland-Infoblitz 6/23. LK Steiermark, 4 S.

ANGERINGER W., 2023 in Arbeit: EIP-AGRI Projekt „Weideinnovationen“ – Arbeitspaket Steiflächen und Hutweiden, Zwischenbericht OG, BIO AUSTRIA Linz.

BRAUN-BLANQUET, 1951: Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde (2nd Ed.). Springer Verlag Vienna, S. 631

KUTSCHERA L. & E. LICHTENEGGER 1960: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen (Bd. 1). DLG-Verl. Frankfurt, 574 Seiten.

MOSIMANN E., PITT J. & LOBSIGER M., 2005: Weiden von Milchkühen. Umtriebsweide: Grashöhe und Weidevorrat. AGFF Infoblatt W16, ARGE z. Förderung des Futterbaues Zürich.

SCHECHTNER, G. 1958: Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozentenschätzung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105: 33-43, Blackwell Publishing.

STEINWIDDER A. & W. STARZ, 2015: Gras dich fit. Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Stocker Verlag S. 300.

ZHOU H., HOU L., XIAOMIN L. et al., 2022: Compensatory growth as a response to post-drought in grassland. Front. Plant Sci. 13-22, <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1004553>

Meine Klimawandelanpassung am Hof - Betrieb Bischof Stefan

Stefan Bischof^{1*}

Betrieb Bischof, Steiermark

- 750 m Seehöhe
- 800 mm Jahresniederschlag
- 230 Erschwernispunkte

Der Betrieb Bischof liegt auf 750 m Seehöhe am Pischkberg, oberhalb der Stadt Bruck an der Mur in der Steiermark. Hauptbetriebszweig ist die Bio-Heumilchproduktion. Nebenbei erfolgt Ochsenmast und Direktvermarktung von Rohmilch und Rindfleisch. Der Betrieb wird bereits seit 1994 biologisch bewirtschaftet, die Umstellung auf reine Heuwirtschaft erfolgte 2018.

Am Betrieb werden 12 Milchkühe und ca. 20 Stück Jung- bzw. Mastvieh der Rasse Fleckvieh gehalten.

Bewirtschaftet werden insgesamt 28 ha Grünland, welches sich größtenteils in steiler Hanglage befindet und wird eher extensiv mit max. 3 Schnitten bewirtschaftet. Die intensivsten Flächen am Betrieb sind die Weideflächen der Milchkühe, welche sich direkt bei der Betriebsstätte befinden.

Anpassungen am Betrieb

Derzeit wird am Betrieb ein Koppelweidesystem mit 10 Koppeln umgesetzt. Die einzelnen Koppeln sind je nach Steilheit des Geländes und der Bodenmächtigkeit sehr unterschiedlich groß. Insgesamt stehen für die 12 Milchkühe 5,5 ha Weidefläche zur Verfügung.

Der Grasbestand erreicht in den Koppeln beim Eintrieb der Tiere eine Wuchshöhe von ca. 10-15 cm. Die Koppeln werden dann auf ca. 5 cm abgefressen. Einmal im Jahr erfolgt eine Weidepflege durch nachmähen. Am Beginn der Weidesaison erfolgt die Beweidung großflächig, danach werden die einzelnen Koppeln eingezäunt und es wird in die Koppelweide übergeführt. Meist können anfangs 2-3 Koppeln ausgelassen und einmal gemäht werden, das hängt vor allem vom Niederschlag und dem damit verbundenen Pflanzenwachstum ab. Im Herbst erfolgt die Beweidung neuerlich großflächig. In starken Regenperioden können die beiden steilsten Koppeln nicht beweidet werden, da es hier zu starken Trittschäden kommen würde. In diesem Fall werden diese Koppeln übersprungen und erst wieder bei trockeneren Verhältnissen beweidet. Das weitaus größere Problem ist jedoch die Trockenheit. Durch die Südhanglage und die teils sehr seichten Böden, ist die Wasserversorgung der Pflanzen sehr schnell nicht mehr ausreichend gewährleistet, die Folge ist, dass die Pflanzen das Wachstum einstellen, im Extremfall kommt es auch zu Schäden an der Grasnarbe.

Die Düngung der Fläche erfolgt mit 15 m³/ha Festmist bzw. mit 10-15m³/ha Rindergülle im Herbst, da der Festmist nicht für die gesamte Fläche ausreicht. Zusätzlich wird versucht auch während der Weidezeit eine Gülledüngung durchzuführen.

¹ Pischkberg 50, A-8600 Bruck an der Mur

* Ansprechpartner: Stefan Bischof, email: sbischof2@gmail.com

Planung des Weidesystems

Ziel war es die vorhandene Weidefläche in 10 gleichwertige Koppeln, mit einer Standzeit von 3 Tagen einzuteilen. Die Unterteilung der einzelnen Koppeln erfolgt aufgrund der hohen Flexibilität mit einfachen Elektrozäunen. In den ersten Jahren der Umsetzung wurden die Koppeln auch noch öfter angepasst.

Abbildung 1 & 2: Weideflächen Betrieb Bischof



Niederschlagsituation Weidesaison 2022 und 2023

Wenn man die Niederschlagssumme zwischen den Weidesaisonen (Zeitraum April - September) 2022 und 2023 vergleicht, ergibt sich lediglich ein Unterschied von 7 l/m². Die Jahre unterscheiden sich aber enorm in der Verteilung der Niederschläge. 2023 konnte ein wesentlich größerer Teil des Grundfutters, durch die Weide abgedeckt werden, da die Wasserversorgung gerade in den heißen Sommermonaten sehr gut war.

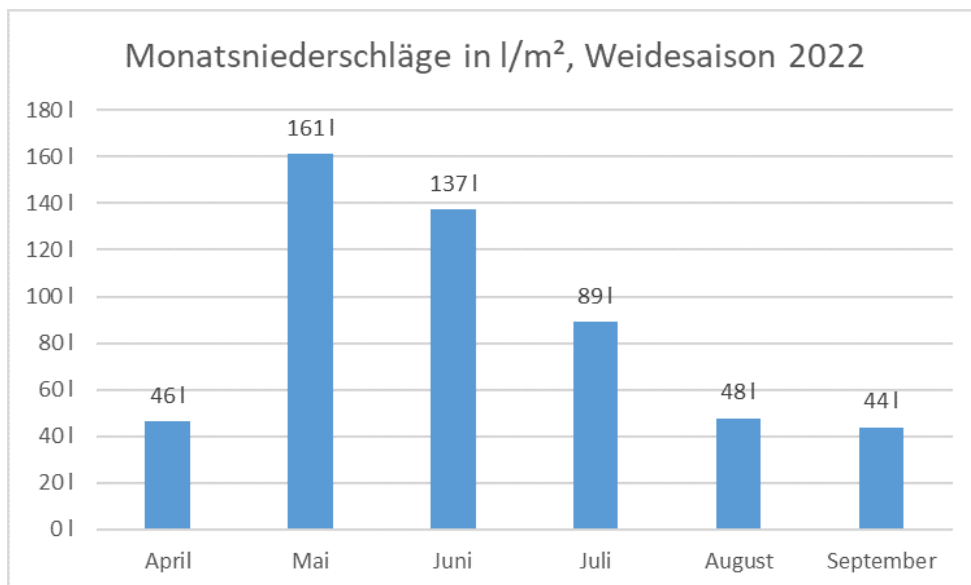


Abbildung 3: Niederschlagsverteilung Betrieb Bischof 2022

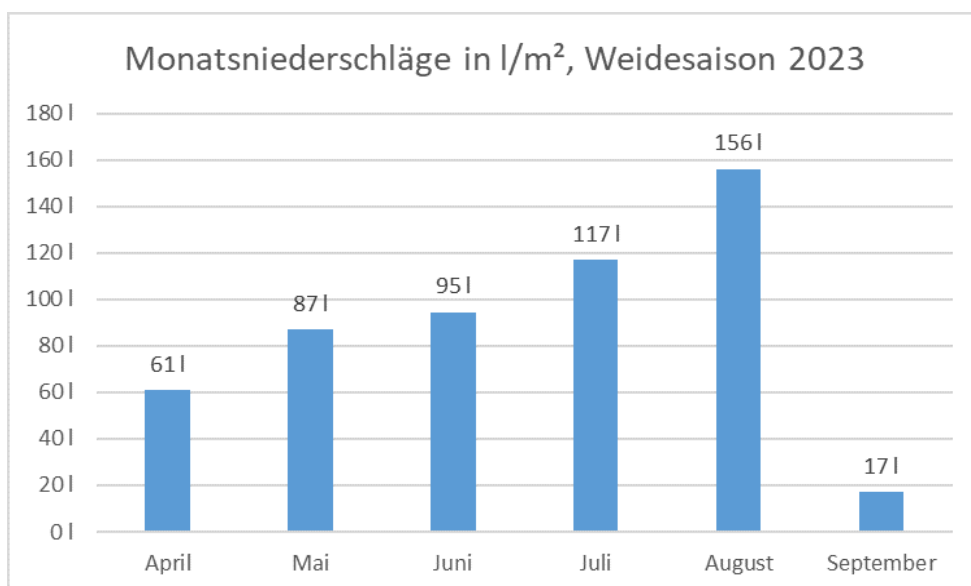


Abbildung 4: Niederschlagsverteilung Betrieb Bischof 2023

Weiteres Vorgehen

Hauptziel für die Zukunft ist es den Pflanzenbestand besser an trockene Bedingungen anzupassen. Es wird versucht vermehrt tiefwurzelnde Pflanzen in den Weidebeständen zu etablieren. Hierfür erfolgt die regelmäßige Übersaat von Spitzwegerich, Zichorie und Wiesenrispe.

Langfristig soll die Weidefläche auch durch Einzelbäume beschattet werden um die Verdunstung zusätzlich zu reduzieren.

Bio-Seminarreihe für Lehrkräfte - Wir machen uns auf den Weg um den Biolandbau in Österreichs Landwirtschaftsschulen weiterzuentwickeln!

Johann Gaisberger^{1*}

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass der Grad der fachlichen Ausbildung im Agrarbereich auch die Höhe der landwirtschaftlichen Einkommen bestimmt. Laut „Grünem Bericht 2021“ steigen die Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft mit der Höhe des Ausbildungsgrades. (ohne Ausbildung, abgeschlossene Berufsausbildung bzw. Meister, Uni – Abschluss). Deswegen ist es wichtig, der Bedeutung des Biolandbaus in der agrarischen Bildung Rechnung zu tragen. Mehr 20% der Betriebe wirtschaften bekanntlich nach den Richtlinien des Biolandbaus.

Zusammenarbeit und Austausch fördern

Der Biolandbau konnte sich vor allem durch sog. „Erfahrungswissen“ etablieren. Bauern und Bäuerinnen tauschten ihre gemachten Erfahrungen in Gruppen aus. Die Beratung und die Forschung folgten rasch mit ihren Angeboten für die Landwirtschaft.

In den Landwirtschaftsschulen beschäftigen sich einzelne Lehrkräfte z.T. schon sehr lange mit den Anliegen und Fragen des Biolandbaus. Die Fachlehrer*innen können die angebotenen fachlichen Fortbildungen in den Bundesländern und des Bundes nutzen.

Ziel ist es im vorliegenden Projekt das Dreieck - Ausbildung – Forschung - Praxis“ in Österreichs Landwirtschaftsschulen zu unterstützen und zu etablieren. Dabei soll ein Netzwerk aus den Akteur*innen bei Versuchs- und Lehrtätigkeiten der Schullandwirtschaften, der Schulen selber und von Biobetrieben entstehen.

Es wird dadurch der „Wissenstransfer“ von Praxis, Forschung und Schulen und umgekehrt verbessert. Neben dem Austausch von Fachwissen im Biolandbau wird (Fachschulen der Länder, HBLAs des Bundes, Pädagogischen Hochschule Ober St. Veit und der Universität für Bodenkultur) der Unterricht bzw. die Lehre im Biolandbau unterschiedlich umgesetzt. Durch den Austausch von Unterrichtsmaterialien, Methoden und didaktischen Überlegungen im Biolandbau sollen Mehrwerte für die Lehrenden und somit auch für zukünftigen Biolandwirt*innen entstehen. Die Etablierung eines jährlichen stattfindenden Seminarreihe in den einzelnen Bundesländern und Einrichtungen ist daher sinnvoll.

Ziele:

- **Lernen voneinander** - Bio-Lehrkräfte, -Schulbetriebe, -Forschung, -Beratung, HAUP
- **Erfahrungsaustausch** - Bio-Lehrkräfte und Schulen
- **Netzwerken** - Bio-Lehrkräfte, -Schulbetriebe, -Forschung, -Beratung, HAUP
- **Aktuelle Ergebnisse** zur Bio-Landwirtschaft austauschen
- **Bio-Lehrmaterialien** kennen lernen und austauschen (Folien, Programme, Neue Medien)
- **Weiterentwicklung** der Bio-Ausbildung
- **Bio-Geist erfahren**
- **Schulbetriebe für Bio-Forschung** erschließen

¹ Bioschule Schlägl, Schaubergstraße 2, 4160 Aigen-Schlägl

* Ansprechpartner: Dir. Ing. Johann Gaisberger, email: info@bioschule.at

Zielgruppen:

- **Lehrpersonal**
 - Land. Fach- und Berufsschulen ev. mit Biobetrieben als Schulbetriebe
 - Höhere Landwirtschaftsschulen des Bundes

- **Forschung und Lehre**
 - Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik
 - Universität für Bodenkultur (Biolandbau etc.)
 - FIBL Österreich
 - weitere Forschungsstellen

- **Beratung und Praxis**
 - Bio-Beratungskräfte der Kammern bzw. von Verbänden
 - Bio-Pilot- und Exkursionsbetriebe
 - Bio-Verarbeiter und -Vermarkter

Bio in der Lehre - worauf berufen wir uns, wie vermitteln wir Methode und Inhalte?

Markus Danner^{1*}

Hans Müller, Hans Peter Rusch oder doch Rudolf Steiner?

Gerhard Plakolm, Wilfried Hartl, Walter Starz oder Andreas Steinwider?

Ministerien, Schulen, Kammern, Vereine, EU Kommission oder gar Kontrollstellen?

Wer gibt denn eigentlich vor, was Biologische Landwirtschaft ist?

Woher kommt die „Lehre“ vom Biolandbau? Wie entwickelt sie sich? Ist die Entwicklung, wie wir sie beobachten können, eine gesunde, eine wünschenswerte? Oder ist sie etwa zu beliebig, zu oberflächlich?

Bislang nur Fragen. Kaum Antworten.

Meine These:

Die „Bibeln“ der Biolandwirtschaft: „Bodenfruchtbarkeit“ von Hans Peter Rusch und „Die geisteswissenschaftlichen Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft“ - von Rudolf Steiner – stellen keine zeitgemäße Grundlage für die Lehre in Schule und Beratung dar. Zu sperrig, zu altmodisch geschrieben. Und doch: Nicht Abzuschreiben!

Denn die Auseinandersetzung mit biologischer Landwirtschaft ist durchdrungen von versuchter Richtlinien- und Förderprogramm- Kompatibilität, und läuft dadurch ständig Gefahr, als landwirtschaftliche Methode zu erodieren.

Das Bild „Bio = konventionell minus Verbote“ soll jedenfalls ersetzt sein durch „Bio = der höchste Anspruch an landwirtschaftliches Tun“.

Online-Angebot entsteht

Dem Mangel an inhaltlichem und methodischem Zugang versuchte BIO AUSTRIA seit jeher mit dem „Einführungskurs in die Biologische Landwirtschaft“ einerseits, und andererseits mit zahlreichen laufenden Lehrgängen und Kursen entgegenzuwirken bzw. die gegebenen Lücken zu füllen.

Aus genanntem „Einführungskurs“, dessen Inhalte mittels laufend aktualisierter CD-rom's an die verschiedenen Akteure ergingen, entstand dem Zeitgeist entsprechend und projektfinanziert die Website www.biola.at.

Die Absicht war, Inhalte, Methode, Rechtliches, gesellschaftlich und bio-landwirtschaftlich Relevantes zeitgemäß, attraktiv, aktuell und evtl. pädagogisch-didaktisch aufbereitet zur Verfügung zu stellen.

Wie immer: Wenn's Geld ausgeht, bleibt die Entwicklung rasch stecken. Das Geld war aus, die Seite sollte eingestellt werden, seitens BIO AUSTRIA wurde kein Bedarf an einer „Zwillingsseite“ zur eigenen Homepage gesehen.

Durch Eigeninitiative und Unterstützung des Landesverbands Salzburg wurde die investierte Arbeit aber nicht entsorgt, sondern gesichert und auf eine neue Plattform gestellt.

Konzept der Seite biola.at

Die Seite ist kein e-book.

Auf der Seite sind v.a. Beiträge platziert, die dem Nutzer „angewandte Biolandwirtschaft“ vermitteln sollen. Andere reißen Themen an und sollen Diskussionsgrundlage sein.

¹ BIO AUSTRIA Salzburg, Biodorf-Weg 4/14, A-5164 Seeham

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

Als Redakteur der Seite steht bei mir der Grundsatz an oberster Stelle, dass jeder Beitrag mit der Grundidee des Biolandbaus kompatibel ist bzw. auf ihr aufbaut.

Wie bereits angemerkt, müssen wir der Verantwortung Rechnung tragen, dass die „Methode Biolandwirtschaft“ stets erkennbar ist und bleibt.

Beispiel: Die Umsetzung der NEC Richtlinie beschleunigt die Praxis der bodennahen Gülleausbringung bzw. Gülleseparation. Aussagen verschiedenster Akteure, dass das die Zukunft der Düngungspraxis sei, dürfen keinesfalls dazu führen, die Düngungsgrundsätze des Biolandbaus über den Haufen zu werfen. Der Umgang mit Düngern ist die Grundlage der Grundlagen!

Wie stellen wir also sicher, dass langjährige Erfahrungen, Erkenntnisse und Methoden-Basics nicht trendigem Zeitgeist oder neuen technischen Verfahren zum Opfer fallen?

Verwendung der Seite

Zugriffszahlen lassen erkennen, wann und wie oft Schulklassen zu einem bestimmten Thema oder auch einem Themenmix „über die Seite herfallen“ um sich dort jene Informationen zu besorgen, die sie für ihre Aufgabenstellungen benötigen.

Biobauern und -bäuerinnen, die durch Kurse, Newsletter etc. mit der Seite in Berührung kommen, versorgen sich mit Information daraus.

Im Beratungsalltag wird zu bestimmten Fragestellungen per Link auf relevante Beiträge verwiesen.

Durch Browser-„Suche“ verschiedenster Stichwörter tauchen Inhalte der Seite in den Ergebnissen auf.

Der Weg von der Info zur Kompetenzerweiterung

Information

ist nicht

Wissen

ist nicht

Können

Unabhängig von platzierten Inhalten bleiben sie „Bereitstellung von Information“.

Erst durch pädagogisch-didaktische Auseinandersetzung kann aus Information Wissen entstehen.

(Diesbezüglich steckt das Online-Angebot noch in den Kinderschuhen.)

Und „Wissen“ ohne fruchtbare Umsetzung in „Können“ macht aus einer Gesellschaft eine lebensunfähige Schlauberger-Partie.

Eine laufende inhaltliche Ausweitung und methodische Weiterentwicklung von Online-Angebot zum Lern-Werkzeug, neuerdings zum „Kompetenz-Werkzeug“, soll das Ziel sein.

So ist die Initiative, eine Seminarreihe für Lehrkräfte ins Leben zu rufen, um die Vermittlung von Biolandbau weiterzuentwickeln, höchst begrüßenswert. Wenn aus ihr, dieser Initiative, ein modernes methodisch-inhaltliches Angebot zur Vertiefung biobäuerlichen Wissens und Könnens erwächst, haben wir gemeinsam einen großen Schritt gesetzt.

Bericht

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2023

ISBN-13: 978-3-903452-04-6

ISSN: 1818-7722