LfL
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences

# Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern

## Öko-Landbautag 2020

Schriftenreihe

4

2020

ISSN 1611-4159

**Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12, 85354 Freising
E-Mail: oekolandbau@LfL.bayern.de
Telefon: 08161-71-4005, -4470

Hochschule Weihenstephan · Triesdorf (HSWT)
Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung
Markgrafenstraße 16
91746 Weidenbach
E-Mail: oekolandbau.lt@hswt.de

1. Auflage: Oktober 2020

Dieser Band erscheint in einer PDF-Version und steht zum Download auf der Webseite www.lfl.bayern.de/oekolandbau-2020 bereit.

Für die in diesem Tagungsband namentlich gekennzeichneten Beiträge sind die jeweiligen Autoren selbst verantwortlich. Der Herausgeber übernimmt keine Verantwortung für die fachliche Richtigkeit der Beiträge.

© LfL, HSWT

# Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern
# Öko-Landbautag 2020
# am 27.10.2020 (Online-Tagung)

Klaus Wiesinger, Eva Reichert, Julia Saller &
Wilhelm Pflanz

Tagungsband

Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

# Inhaltsverzeichnis

Seite

## Themebereich RIND:

**Entwicklung eines digitalen Weideinformationssystems ..... 11**

Jonas F. Weber, Martin Elsäßer

**Einfluss von organischer N-Düngung auf die Entwicklung von Leguminosen-Nachsaaten ..... 15**

Karin Weggler[1], Ulrich Thumm[2], Martin Elsäßer[1,2]

**Nutzungsintensität und Gülleeinsatz bei Grünland – Versuchsergebnisse aus Kringell ..... 21**

Michael Diepolder, Sven Raschbacher

**Funktionssicherheit integrierter Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO in der Milchviehhaltung ..... 27**

Jochen Simon[1], Ferdinand Oberhardt[1], Bernhard Bauhofer[2]

**Untersuchungen zur Entwicklung der Zucht auf natürliche Hornlosigkeit bei Braunvieh und Fleckvieh in Bayern ..... 33**

Dieter Krogmeier, Bernhard Luntz

**Hörner im Laufstall – Herdenmanagement hat großen Einfluss ..... 39**

Ulrich Mück

## Themenbereich SCHWEIN:

**Ferkelkastration unter Narkose – Praxistauglichkeit und Verbesserungsansätze ..... 45**

Werner Hagmüller, Harald Mader, Paul Schwediauer, Andrea Ladinig

**Futteraufnahmeverhalten von Sauen und Ferkeln in freien Abferkelsystemen ..... 51**

Paul Schwediauer, Ulrike Minihuber, Markus Gallnböck, Herbert Messner, Victoria Riffert, Werner Hagmüller

**Einfluss von Verhaltensmerkmalen und Wurfeigenschaften auf eine erfolgreiche Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau ..... 55**

Elisabeth Sinz[1], Simone Helmreich[1], Sabine Obermaier[1], Ute Knierim[2]

**Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Luzerne- und Rotkleeprodukten in der ökologischen Schweinefütterung ..... 63**

Diana Messinger, Petra Weindl, Peter Weindl, Lydia Pleger, Gerhard Bellof

**Bedarfsgerechte Riboflavin-(Vitamin B2-)Versorgung bei langsam wachsenden Masthühnern ..... 67**

Christian Lambertz[1], Stefanie Ammer[1,2], Benedikt Thesing[2], Christian Wild[3], Klaus Damme[3], Florian Leiber[1]

**Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Legehennenfütterung ..... 73**

Peter Weindl[1], Lydia Pleger[1], Sina Göppel[1], Christian Lambertz[2], Gerhard Bellof[1]

**Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Aufzucht schwerer Putenherkünfte ..... 79**

Sina Göppel[1], Peter Weindl[1], Christian Lambertz[2], Klaus Damme[3], Gerhard Bellof[1]

**Einfluss von gemälztem Weizen auf die zootechnische Leistung von Öko-Mastgeflügel ..... 83**

Sylvia Kuenz[1,2], Klaus Damme[2], Wilhelm Windisch[1], Daniel Brugger[3]

**Einsatz von Luzernetrockenblatt in der ökologischen Legehennenfütterung. 87**

Lydia Pleger, Petra Weindl, Peter Weindl, Diana Messinger, Gerhard Bellof

**Rispenhirse, eine trockenheitstolerante Kultur für die menschliche Ernährung und für die Geflügelhaltung ..... 91**

Werner Vogt-Kaute[1], Lukas Vogt[1], Roland Hoffmann-Bahnsen[2], Rudolf Vögel[3]

**Organische Düngung in der Karpfenteichwirtschaft: Fischertrag und Umweltaspekte ..... 95**

Jan Másílko[1], Martin Oberle[1], Dennis M. Kallert[2], Christina Loy[2], Wolfgang Städtler[1], Martin Wiesmeier[3]

**Fischteiche als Rückzugsraum für seltene Arten ..... 99**

Christian Vogelmann, Christian Seitel, Martin Oberle

## Themenbereich PFLANZE:

**Anbauwürdigkeit von ausdauerndem Weizen in Deutschland ..... 101**

Werner Vogt-Kaute, Lukas Vogt

**Pollensterilität bei der Echten Kamille – Wege der Zielerreichung in der ökologisch verträglichen Pflanzenzüchtung ..... 105**

Bettina Faehnrich[1,2,3], Sarah Wagner[1], Chlodwig Franz[1], Beate Fraust[4], Maria Wehrle[4], Johannes Novak[1], Joana Ruzicka[1], Lars-Gemot Otto[4]

**Auswirkung von entspelzt und im Spelz gesätem Dinkel ..... 109**

Peer Urbatzka[1], Burkhard Graber[2], Hans-Jürgen Klein[3], Sabine Mikolajewski[1], Wolfgang Miederer[4], Anna Rehm[1], Georg Salzeder[1], Johannes Uhl[1]

**Einfluss der Saatstärke auf Ertrag und Qualität verschiedener Wintergetreidearten ..... 113**

Peer Urbatzka[1], Rebecca Hirmer[2], Sabine Mikolajewski[1], Georg Salzeder[1], Johannes Uhl[1], Andreas Urgibl[3], Heinrich Weinzierl[4], Stefan Zott[3]

**Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau - Praxis über Untersaaten. 119**

Maria Obermaier, Florian Weihrauch

**Einfluss temporärer und dauerhafter pflugloser Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau ..... 123**

Peer Urbatzka[1], Ulrich Dörfel[2], Thomas Eckl[3], Stefan Zott[2]

**Optimierung der Anbautechnik bei der Weißen Lupine im ökologischen Landbau ..... 129**

Andrea Winterling[1], Manuel Deyerler[2], Florian Jobst[1], Miriam Ostermaier[3], Thomas Eckl[1], Irene Jacob[3,4], Peer Urbatzka[1]

**Vergleich der Leistung von Soja und Erbse in Süddeutschland..... 135**

Peer Urbatzka[1], Benedikt Paeßens[2], Georg Salzeder[3], Johannes Uhl[3], Andreas F. Butz[2]

**Erprobung einer GIS gestützten Methode zur Erosionsschutz-Beratung in Biobetrieben ..... 139**

Florian Ebertseder, Melanie Treisch, Klaus Wiesinger

**Regenwürmer profitieren im ökologischen Landbau von Kleegras als Vorfrucht und von Kleegrasmulch zur organischen Düngung..... 145**

Roswitha Walter[1], Franziska Mitzdorf[2], Sebastian Wolfrum[1], Hauke Heuwinkel[2]

## Themenbereich SOZIOÖKONOMIE:

**Qualitative Analyse von Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren in den sechs südlichen Öko-Modellregionen ..... 149**

Theresa Hautzinger[1,2]

**Der LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko ..... 153**

Robert Schätzl

**Potenziale von Wertschöpfungsketten für Spezialprodukte des Ökolandbaus in Bayern..... 157**

Paul Michels[1], Anna-Lena Manz[2]

**Marktpotentiale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln ..... 163**

Alexandra Mayr, Paul Michels

**Potentiale für Buchweizen, Quinoa, Amaranth und Hirse aus bayerischem ökologischen Anbau ..... 167**

Cilia Kutzner[1], Paul Michels[2]

**Anbau, Verarbeitung und Marktpotentiale für bayerischen Bio-Senf ..... 171**

Johannes Neumeyer[1], Paul Michels[2]

**Potentiale für regionale Wertschöpfungsketten bei Bio-Fruchtzubereitung in Bayern..... 175**

Demian Knörr, Paul Michels

**Sieben Jahre BioRegio Betriebsnetz Bayern – eine Zwischenbilanz..... 177**

Thomas Sadler[1], Melanie Wild[2], Harald Ulmer[3], Cordula Rutz[4], Klaus Wiesinger[1]

# Vorwort

Im Namen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft heißen wir Sie herzlich willkommen zum gemeinsamen Öko-Landbautag 2020!

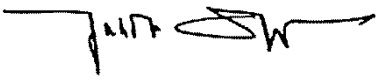
Von der LfL erstmals in ihrem Gründungsjahr 2003 in Triesdorf durchgeführt, ist dies die achte wissenschaftliche Tagung zum ökologischen Landbau in Bayern. Es ist zugleich der zweite von HSWT und LfL gemeinsam durchgeführte Öko-Landbautag. Konnte dieser 2018 noch als „Begegnungstagung" im neuen Zentrum für naturwissenschaftliche Grundlagen der HSWT mit rund 170 Teilnehmern veranstaltet werden, wird er in diesem Jahr – coronabedingt – online stattfinden.

Nicht nur technisch, sondern auch inhaltlich hat sich seit 2018 einiges geändert. In der Folge des erfolgreichen Volksbegehrens wurden 30 % ökologische Landwirtschaft bis 2030 als Ziel der Bayerischen Staatsregierung formuliert. HSWT und LfL haben sich seit über einem Jahr intensiv mit möglichen Maßnahmen auseinandergesetzt, um dieses Ziel zu erreichen. Der Ausbau der Forschung zum ökologischen Landbau ist dabei ein wichtiger Baustein. Notwendig dafür sind die Anpassung der Forschungsagenden und die Umstellung von Forschungsstationen. Ein attraktives Lehrangebot zum Ökolandbau an der HSWT und der Ausbau des Wissenstransfers an der LfL sind weitere wichtige Maßnahmen. Forschung und Lehre zum Ökolandbau sind oft eng verknüpft mit den anderen großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Landwirtschaft: Anpassung an den Klimawandel, Beiträge zur Verringerung der Treibhausgas-Emissionen, Erhaltung der Biodiversität, Schutz von Böden und Gewässern und die Transformation der bäuerlichen Tierhaltung hin zu deutlich höheren Tierwohlstandards.

Ökologischer Landbau benötigt viel Knowhow und Wissen, vieles ist noch zu wenig erforscht, wichtige Fragen der Produktionstechnik einer ressourcenschonenderen und tiergerechteren Wirtschaftsweise sind die Herausforderungen für die Zukunft. Fragen der Systemforschung treten stärker in den Vordergrund, dennoch sind weiterhin auch einzelne Fragestellungen zu bearbeiten und zu beantworten. Praktiker und Berater dieser besonders forschungsintensiven Form der Landwirtschaft sind in besonderem Maße auf die Unterstützung durch die angewandte Forschung und Entwicklung angewiesen.

Der Öko-Landbautag, auch in seiner digitalen Variante, wird mit 36 Beiträgen in vier Sektionen sowie der Postersektion wieder einen guten Einblick in die aktuellen Themen der angewandten Forschung zum Ökolandbau bieten. Das Spektrum der Themen reicht dabei vom ökologischen Pflanzenbau über Pflanzenzüchtung, Tierhaltung, Sozioökonomie, Ressourcenschutz und Biodiversität bis zum ökologischen Hopfenbau. Die Postersektion bietet ein gutes Forum auch für Bachelor- und Masterstudierende, ihre Abschlussarbeiten einem breiten Publikum zu präsentieren. Das Einzugsgebiet der Tagung geht inzwischen weit über Bayern hinaus. Wichtige Beiträge kommen beispielsweise auch von Forscher*innen aus Baden-Württemberg, Hessen und Österreich. Diese Vernetzung mit verwandten Forschungseinrichtungen, mit denen uns viele gemeinsame Projekte verbinden, ist für alle Beteiligten wertvoll und befruchtend.

Nach diesen einleitenden Gedanken wünschen wir Ihnen, dass Sie viele neue Erkenntnisse und Inspirationen aus Vorträgen, Posterpräsentationen und Diskussionen mit nach Hause nehmen!



Dr. Eric Veulliet
Präsident der Hochschule
Weihenstephan-Triesdorf

Jakob Opperer
Präsident der Bayerischen
Landesanstalt für Landwirtschaft

# Entwicklung eines digitalen Weideinformationssystems

Jonas F. Weber, Martin Elsäßer

Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW)

## Zusammenfassung

Die Beweidung von Grünland stellt eine besonders tiergerechte und umweltverträgliche Form der Bewirtschaftung dar. Daher wird der Weidegang von Milchkühen und Rindern in Baden-Württemberg im Rahmen des Förderprogramms für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) mit der Bezeichnung „G1 Sommerweideprämie“ finanziell unterstützt. Konventionell wirtschaftende Betriebe erhalten 50 €, ökologisch wirtschaftende Betriebe 40 € je förderfähigem Weidetier und Jahr. Hierfür müssen die Weidegänge der Tiere in einem Weidetagebuch dokumentiert werden. Das neu entwickelte Weideinformationssystem soll Landwirte beim Weidemanagement unterstützen. Das für die FAKT-Fördermaßnahme „Sommerweideprämie“ vorgeschriebene Weidetagebuch wird in der entwickelten Anwendung digital erstellt, was sowohl für den Landwirt als auch für die Verwaltung eine deutliche Verbesserung und Vereinfachung des Verfahrens mit sich bringen kann.

## Abstract

Using grassland for grazing is a natural and particularly animal-friendly form of land-use. For this reason, in Baden-Württemberg, pasture-based systems are entitled to apply for subsidies. The subsidy programme is called FAKT (Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl). Conventional farmers and organic farmers receive € 50 and € 40 per cow and year, respectively. To be eligible for the subsidy, farmers are required to record the number of grazing days during the grazing period from June until September. Until now, farmers used to complete a table, recording the animals and the pastures grazed during the grazing period. This information can now be recorded by means of a newly developed digital system. Each animal and grazing section is allocated an individual identity number, allowing the farmer to bring together the details of when a particular animal grazed a specific field on any given day. This development simplifies the data registration process both for the farmer and the funding authority.

## 1 Einleitung

Grünlandflächen in Ungunstlagen können häufig nur über Beweidung offen gehalten werden. Die Beweidung stellt hier eine natürliche Form der Bewirtschaftung dar und erfüllt neben der Ernährung der Tiere auch Naturschutzziele durch den Erhalt biologisch wertvoller Flächen. In den intensiveren Futterbauregionen stellt die Beweidung darüber hinaus eine kostengünstige Form der Grundfutterversorgung von Milchkühen und Aufzuchtrindern dar. Insbesondere im Ökolandbau wird Weidegang in der Rinderhaltung angestrebt bzw. ist in den Richtlinien einiger Verbände vorgeschrieben.

Im Rahmen des Förderprogramms für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) wird die Beweidung von Grünlandflächen mit Milchkühen und Rindern mit einem Alter von über einem Jahr finanziell vergütet. Hierfür muss der Landwirt dokumentieren, wann welches Tier auf welcher Fläche war. Somit wird eine Mindestweidezeit pro Tier und Weideperiode gewährleistet. Die Dokumentation erfolgt bis dato per Hand über das Befüllen einer Tabelle. Hier muss an jedem Tag im Antragszeitraum von Juni bis September dokumentiert werden, welche Tiere auf welcher Fläche waren. Die Dokumentation der Tiere erfolgt über eine Negativliste, was bedeutet, dass nur Tiere dokumentiert werden, die nicht auf der Weide waren. Damit wird im Umkehrschluss davon ausgegangen, dass alle übrigen Tiere Weidegang hatten.

Das hier vorgestellte und neu entwickelte Weideinformationssystem kann Landwirte beim Weidemanagement unterstützen, indem Maßnahmen und Vorgänge auf dem Betrieb dokumentiert werden und diese Dokumentation im Sinne des Förderprogramms ausgegeben wird. Das für FAKT-Fördermaßnahmen vorgeschriebene Weidetagebuch wird in dieser Anwendung digitalisiert, was sowohl für den Landwirt als auch für die Verwaltung eine deutliche Verbesserung und Vereinfachung des Verfahrens darstellen kann.

## 2 Material und Methoden

Um die Anwendung von Anfang an praxisnah auszurichten, wurde ein u.a. mit Praktikern besetztes Expertengremium gegründet, welcher für die fachliche und inhaltliche Gestaltung der Anwendung zuständig war. Die Programmierung erfolgte im agilen System, was bedeutet, dass ein permanenter Austausch während der Entwicklung zwischen den Auftraggebern (inkl. Expertengremium) und Auftragnehmern stattgefunden hat.

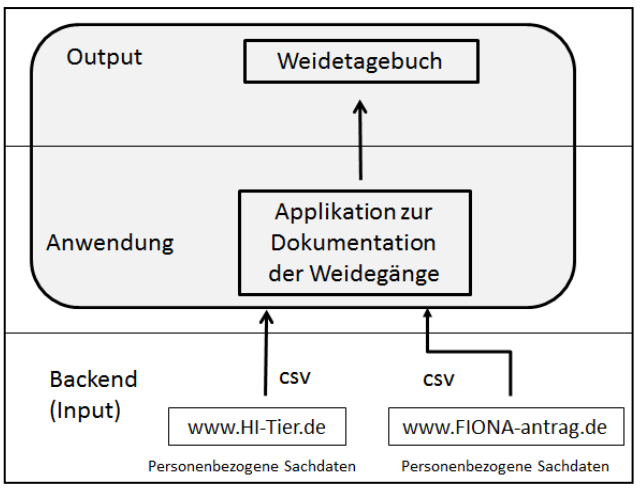



*Abb 1: Schematische Darstellung der Systemarchitektur der entwickelten Anwendung. Die grau hinterlegten Bereiche wurden im Projekt entwickelt*

Die Systemarchitektur der Anwendung ist in Abbildung 1 dargestellt. Die betriebs-individuellen Daten aus HiTier und FIONA dienen als Datengrundlage und werden als csv.-Dateien in die Anwendung importiert. In der Anwendung werden die Datensätze angezeigt und können genutzt und verändert werden. Eine Rückspiegelung der veränderten Daten in das Backend ist nicht möglich. Mit den importierten Daten kann der Nutzer in der Anwendung Zuweisungen zu jedem einzelnen Tier bzw. zu Tiergruppen (Herden) sowie jedem Tag und jeder Fläche durchführen. Die verarbeiteten Daten können anschließend von der Anwendung als Weidetagebuch ausgegeben werden (siehe Abbildung 1).

# 3 Ergebnisse

## Indizielles Einpflegen der Betriebsdaten

Die Anwendung ermöglicht es, die betriebsindividuellen Tier- und Flächendaten zusammenzuführen und die Weidezeiten (digitales Weidetagebuch) zu dokumentieren. Hierfür werden die Daten aus HiTier und FIONA vom Nutzer exportiert und auf dem Endgerät gespeichert. Nach dem Login auf der Webseite www.weide-bw.de kann der Nutzer seine Tiere über den Import der HiTier-Liste in die Anwendung einpflegen. Der Nutzer kann in der Anwendung aus seiner HiTier-Liste einzelne Tiere zu Herden zusammenführen, um diese einfacher handhaben zu können. Hierbei können die Tiere der voreingestellten Herde „Milchkühe“ oder „Rinder“ zugewiesen werden. Der Nutzer hat zudem die Möglichkeit weitere eigene Herden anzulegen. Die betriebseigenen Flächen können vom Nutzer vom Endgerät importiert und zu Einheiten zusammengefasst oder in kleinere Einheiten unterteilt werden. Ferner können Flächen manuell hinzugefügt werden.

## Tagebuch pflegen

Über eine Kalenderfunktion kann der Nutzer jeden Tag von Juni bis September (relevanter Zeitraum für die Förderung) auswählen und einer Herde sowie einer Fläche zuweisen. Hierbei erfolgt eine systematische Abfrage, in der der Nutzer erst den einzelnen Tag, dann die Herde und abschließend die Weidefläche über eine Drop-Down-Funktion auswählt. Der Nutzer kann einzelne Tiere ohne Weidegang aus einer Herde ausschließen (inkl. Begründung). Zudem kann vermerkt werden, falls die gesamte Herde keinen Weidegang hatte. Neben den Begründungen für ein Fernbleiben einzelner Tiere oder der gesamten Herde, kann der Nutzer eigene Bemerkungen für jeden Weidetag eintragen (z.B. Wasserfass gefüllt, Zaun geprüft etc.).

## Erstellung des Weidetagebuchs

Über die Menünavigation gelangt der Nutzer zur Übersicht der Einträge. Hier sind alle gebuchten Vorgänge aufgelistet. Über die Funktion “Dokumentation“ kann der Nutzer sich die Ergebnisse als FAKT-Weidetagebuch ausgeben lassen. Hierbei können die Herden ausgewählt werden, welche in die Ausgabe integriert werden sollen. Der Nutzer erhält zudem Hinweise, was bei der Erstellung der Unterlagen zu beachten ist. Des Weiteren kann der Nutzer eine eigene Dokumentation erstellen. Hierbei sind der Zeitraum sowie die Herden frei wählbar.

# 4 Diskussion

## Validierung der Anwendung

Die oben beschriebenen Funktionen wurden durch die Entwickler umgesetzt und sind in der Anwendung nutzbar. Eine Validierung wurde von zehn Testpersonen durchgeführt, um die Funktionalität im Praxisbetrieb zu gewährleisten. Das LAZBW hat die Anwendung im Frühjahr 2020 an drei Unteren Landwirtschaftsbehörden ausgerollt. Damit kann an diesen Behörden das Weidetagebuch fakultativ über diese Anwendung geführt und beantragt werden. Nach der Weideperiode sollen die Rückmeldungen eingepflegt und ein Rollout über alle Landwirtschaftsbehörden in Baden-Württemberg erfolgen.

## Vergleich mit anderen Systemen

Diverse Anbieter von Ackerschlagkarteien bieten die Verwaltung der Grünlandflächen zusätzlich mit an (z.B. ProFlura oder 365 Farmnet). Hierbei können Pflegemaßnahmen, Düngungen, Schnittnutzungen und Pflanzenschutz eingetragen werden. Die Möglichkeiten zu dokumentieren, wann welches Tier auf welcher Fläche war, werden hierbei nicht abgedeckt.

Die Firma True North aus Irland hat ein System entwickelt, mit dem Weideflächen ge-managt werden können (True North Technologies 2020). Dabei wird der Grasaufwuchs mit einem Höhenmessgerät, dem sogenannten Grasshopper erfasst und auf eine App und eine PC Anwendung übertragen. Hier kann der Nutzer sehen, welche Weide welchen Ertrag liefert. Mit der durch den Nutzer eingetragenen Anzahl an Weiderindern sowie deren Bedarf an Futter pro Tag erstellt das Programm eine Prognose über die verbleibenden Weidetage. Derzeit inkludiert die hier vorgestellte Anwendung keine Ertragserfassung. In weiteren Entwicklungsschritten könnte die Ertragsschätzung via Höhenmessgerät, visueller Schätzung oder ähnlichen Methoden in die Anwendung einbezogen werden und somit ebenfalls Prognosen über die verbleibenden Weidetage getroffen werden. Aufgrund der Heterogenität der Grünlandflächen in Süddeutschland wäre es sinnvoll, weitere Parameter wie Bestandestyp, Lückenanteil, Jahreszeit, Wasserverfügbarkeit und Temperatur mit einfließen zu lassen.

## Potenzielle Ausbaustufen

Eine Verknüpfung mit GPS Technologien, wie von Thurner *et al.* (2012) beschrieben, könnte die Dokumentation weiter automatisieren. Die Information, wann welches Tier auf welcher Fläche war, könnte somit automatisch in die Anwendung übertragen werden. Zudem könnte die Information, wie lange ein Tier auf der Fläche war, miterfasst werden. Dies ist bezüglich der Weideintensität sowie der Nährstoffrücklieferung entscheidend und kann für weitere Managementempfehlungen, z.B. auf Naturschutzflächen, herangezogen werden.

# 5 Literaturverzeichnis

Thurner S, Neumaier G & Wendl G (2012) Weidemanagement bei Jungrindern auf der Alm mit einem GPS- und GSM-basierten Ortungssystem. In: Clasen, M., Fröhlich, G., Bernhardt, H., Hildebrand, K. & Theuvsen, B. (Hrsg.), Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung – Fokus: Forstwirtschaft. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.: 307-310

True North Technologies Ltd.2020. Verfügbar unter https://www.grasslandtools.ie/, aufgerufen am 28.02.2020)

# Einfluss von organischer N-Düngung auf die Entwicklung von Leguminosen-Nachsaaten

Karin Weggler[1], Ulrich Thumm[2], Martin Elsäßer[1,2]

[1]Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg,
Fachbereich Grünlandwirtschaft und Futterbau
[2]Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften

## Zusammenfassung

Im Dauergrünland werden sowohl organische (z.B. Gülle) als auch mineralische N-Dünger eingesetzt, wobei deren Wirkung auf Leguminosen oder Leguminosen-Mischbestände teilweise unterschiedlich bewertet wird. Für den Ökolandbau hat die organische N-Düngung eine besondere Relevanz, denn eine mineralische N-Düngung ist nicht zulässig. Bislang ungeklärt war, ob und in welchem Maße eine organische N-Düngung (Gülle) eine Nachsaat von Leguminosen negativ beeinflusst. Ein mehrfaktorieller Versuch mit drei Leguminosen Nachsaat-Varianten im Dauergrünland, zwei N-Düngearten und zwei N-Düngeniveaus wurde über den Zeitraum von 3 Jahren beobachtet. Zur Vergleichbarkeit mit anderen Studien wurden mineralische N-Düngervarianten in die Studie mit einbezogen. Der Leguminosen-Anteil von Rotklee und Weißklee wurde durch erhöhte organische N-Düngerraten reduziert. Eine Reduktion war schon bei einer N-Gabe von 85 kg $ha^{-1}$ messbar. Durch eine erhöhte N-Gabe erhöhte sich der Trockenmasse-Ertrag in der Kontrolle (keine Nachsaat), aber nicht in den Klee-nachgesäten Varianten. Klee-nachgesäte Varianten hatten auch ohne N-Düngung gleiche oder erhöhte Trockenmasse-Erträge im Vergleich zur N-gedüngten Kontrolle.

## Abstract

In grassland management, organic (e.g. slurry) as well as inorganic N-fertilizers are used, but their effect on legumes or mixed swards containing legumes is rated differently in some cases. For organic farming, an organic source of N fertilizer is of particular importance since the application of mineral N-fertilizer is not allowed. So far it is unknown whether and to what extent organic N-fertilizer applications (slurry) reduce the legume percentage in a legume reseeded sward. A multifactorial trial was established in permanent grassland with three legume reseeding treatments, two N-fertilizer types and two N-fertilizer rates. Swards were observed for a period of three years. For comparison with other studies, some mineral N-fertilizer treatments were included in the trial. The legume percentage of red and white clover was reduced by increased rates of organic N-applications. A reduction could already be recorded at a N-rate of 85 kg $ha^{-1}$. Higher N-applications increased the dry matter harvest in the control (not reseeded) but not in the clover reseeded treatments. Clover reseeded treatments showed the same or an increased dry matter harvest compared to N-fertilized control treatments.

# 1 Einleitung

Ein erhöhter Anteil an Leguminosen ist zur Erhöhung der lokalen Eiweißproduktion im Dauergrünland wünschenswert. Die Nachsaat von Leguminosen hat sich als effektive Maßnahme bewährt, den Leguminosenanteil zu erhöhen (Elsäßer *et al.* 2019), wobei eine erhöhte mineralische N-Düngung den erzielten Leguminosenanteil allerdings signifikant reduzierte (Weggler *et al.* 2019). Grünland wird vielfach mit Gülle und in geringerem Maße mit mineralischem N-Dünger gedüngt, wobei der N-Düngewert von Gülle, je nach Studie, sehr unterschiedlich bewertet wird (Hijbeek *et al* 2018). Ein Vergleich der Wirkung beider Düngertypen hängt neben vielen Faktoren auch von der Düngerate ab (Hijbeek et al 2018). Der potentielle Einfluss beider Düngertypen auf Leguminosen ist noch vielschichtiger, denn es kommt darauf an, ob deren Wirkung auf die $N_2$-Fixierung, das Wachstum der Leguminosen oder des Mischbestandes oder den Leguminosenanteil im Bestand bewertet wird. Eine negative Wirkung von Gülle auf den Leguminosenanteil wurde dokumentiert (Steinshamn 2001), wobei im Vergleich zu mineralischem N-Dünger dessen Wirkung teilweise leicht geringer eingeschätzt wurde (Nesheim *et al* 1990). Frühere Studien applizierten Gülle mit der damals gängigen Breitverteilungsmethode, während die jetzt eingeforderte, bodennahe Gülleausbringung die Wirkung von Gülle auf Leguminosen zusätzlich beeinflussen könnte. Für Empfehlungen zur N-Düngung bei einer Leguminosen Nachsaat ist es wichtig zu wissen, welche N-Düngeraten den Leguminosen-Anteil negativ beeinträchtigen und welche Raten noch toleriert werden.

# 2 Material und Methoden

In Oberschwaben wurde 2014 ein mehrfaktorieller Versuch mit folgenden Faktoren an-gelegt:

a) Nachsaat-Art: Kontrolle ohne Nachsaat (Kontr.), *Trifolium repens* L. (WK), *Trifolium pratense* L. (RK)

b) Düngungsniveau: 0, 85, 170 kg N $ha^{-1}$ und

c) Düngeart: mineralischer-N-Dünger, Gülle.

Der Versuch wurde als randomisiertes Block Design mit drei Wiederholungen und einer Parzellengröße von 1,2*8 m angelegt und ortsüblich fünf Mal geschnitten. Der Standort ist auf einer Parabraunerde auf Geschiebemergel mit einer Durchschnittstemperatur von 7,3 °C und einem durchschnittlichem Jahres-Niederschlag von 985 mm. Der Ausgangsbestand bestand aus 90 % Gras, 6 % Kräuter und 4 % Weißklee. Die Nachsaat erfolgte nach dem 1. Schnitt (Mai 2014), nachdem die Grasnarbe mit einer Zinkenegge aufgelockert wurde. Saatmenge war bei WK 10 kg $ha^{-1}$ (Sorte: Merlyn, Riesling), bei RK 20 kg $ha^{-1}$ (Sorte: Milvus, Merula). Die N–Düngung erfolgte zum 1.und 3. Schnitt (85 kg $ha^{-1}$) oder zum 1., 2. und 3. Schnitt (170 kg $ha^{-1}$).

Als organischer Dünger wurde eine Rindergülle mit einem durchschnittlichen Gesamt-N-Gehalt von 0,21 % und einem $NH_4^+$ Gehalt von 0,12 %, zum 1. und 3. Schnitt mit einer Aufwandmenge von jeweils 20 $m^3$ in bodennaher Ausbringung appliziert. Calcium-Ammonium-Nitrat wurde als mineralischer N-Dünger appliziert. Die Variante organische N-Düngung mit 170 kg N $ha^{-1}$ bestand aus praktischen Gründen aus 85 kg N $ha^{-1}$ Gülle und 85 kg N $ha^{-1}$ Calcium-Ammonium-Nitrat. Phosphor (110 kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ als Humigras) und Kalium (330 kg $K_2O$ $ha^{-1}$ als Kaliumsulfat, KALISOP) wurden als Basisdünger vor dem 1. Schnitt

ausgebracht, wobei die P- und K-Gaben durch Gülleapplikationen abge-zogen wurden. Die Ertrags-Anteil von Gräsern, Kräutern und Leguminosen wurde vor jedem Schnitt nach der Methode von Klapp und Stählin (1936) erfasst. Die Ernte erfolgte mit einem Grünfutter-Vollernter, der Frisch- und Trockenmasse bestimmte. Die statistische Analyse wurde mit R durchgeführt (R development Core Team 2016). Es wurde eine Anova-Analyse eines zeitlich genesteten Designs gewählt, wobei die Jahre einzeln berechnet wurden. Die LSD Werte mit „Bonferrroni Korrektur“ wurden mit dem Paket agricolae berechnet.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Der Leguminosenanteil nach einer Nachsaat war erhöht und gleichzeitig negativ korreliert mit der N-Düngerate (Abb.1). Ein Unterschied zwischen der Wirkung einer organischen oder mineralischem N-Düngung auf den Leguminosenanteil von RK oder WK konnte generell nicht gefunden werden (Abb. 1). Die einzige Ausnahme war im ersten Jahr nach der Nachsaat, in dem der RK-Anteil nach einer organischen N-Düngung höher als nach einer mineralischen N-Düngung war, während im zweiten und dritten Jahr kein Unterschied zwischen den beiden Düngerarten mehr festgestellt werden konnte. Bei WK hatten die beiden N-Düngerarten in allen 3 Jahren einen gleichwertig negativen Einfluss auf den Leguminosen-Anteil.

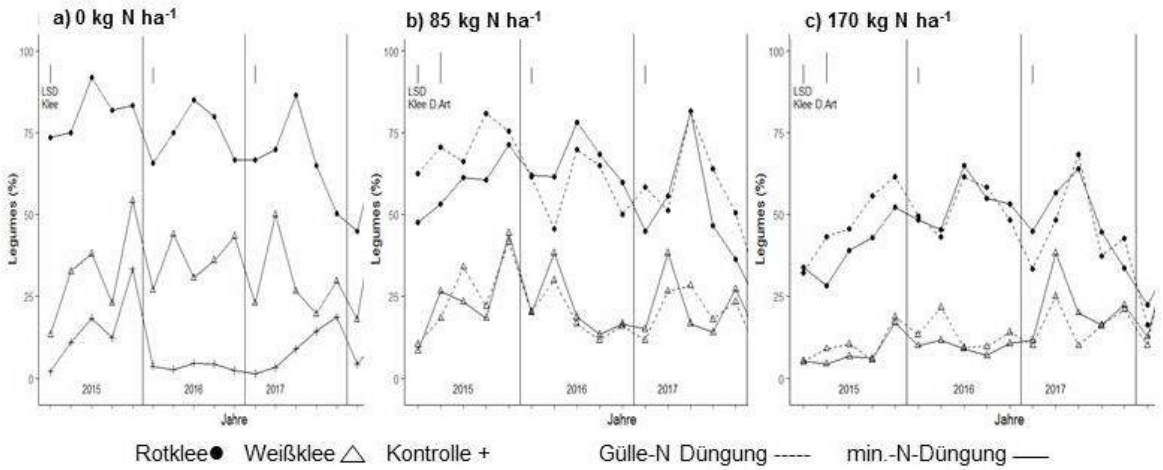



*Abb. 1: Leguminosenanteil nach einer Nachsaat von Rotklee oder Weißklee oder keiner Nachsaat (Kontrolle) beeinflusst durch N-Düngerate und der Düngerart über 3 Jahre*

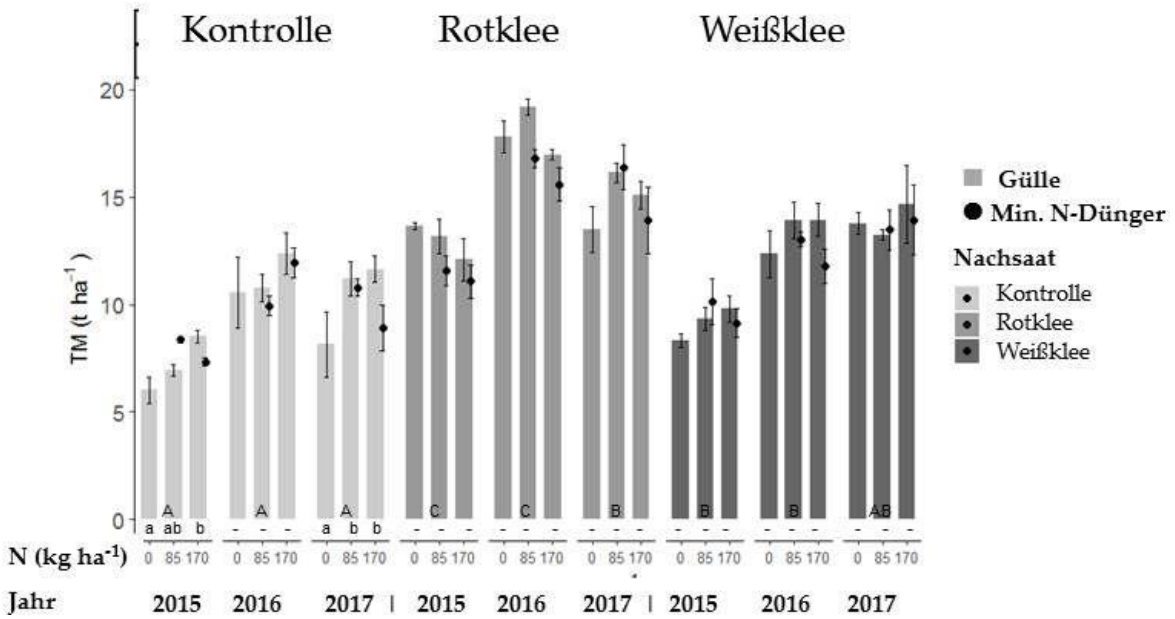



*Abb. 2: Trockenmasse-Erträge ohne und mit einer Leguminosen Nachsaat, beeinflusst durch N-Düngeart (Gülle, mineralischer N-Dünger) und N-Düngermenge (0, 85, 170 kg N ha$^{-1}$) über 3 Jahre*

*(A, B, C, Nachsaaten mit den gleichen Großbuchstaben innerhalb eines Jahres sind nicht signifikant unterschiedlich bei $p < 0,05$.) (a, b, c, N-Düngerraten mit den gleichen Kleinbuchstaben innerhalb eines Jahres und innerhalb derselben Nachsaat sind nicht signifikant unterschiedlich bei $p < 0,05$.)*

Die erzielten Trockenmasse-Erträge der Mischbestände wurden im gleichen Maße durch eine organische oder mineralische N-Düngung beeinflusst (Abb. 2). Ein Unterschied der beiden Düngearten war über drei Jahre und zwei unterschiedliche N-Düngeniveaus nicht signifikant messbar, was auch Nesheim et al (1990) in WK-Mischbeständen beobachtete. Eine Ertragssteigerung durch N-Düngung war in der Kontrolle (ohne Nachsaat) messbar, wobei auch hier beide Düngerarten die gleiche Wirkung zeigten. Bei Leguminosen-Mischbeständen hatte die N-Düngung keinen positiven Einfluss auf den TM-Ertrag und dies in keinem der drei Jahre. Eine Ertragssteigerung durch eine organische N-Düngung manifestierte sich also nur bei der Gras-dominierten Kontrolle (ohne Nachsaat) wobei Ertragssteigerungen nach einer Kleenachsaat gleichwertig (WK) oder höher (RK) waren. Für den Zeitraum von drei Jahren bietet eine Rotkleenachsaat die höchsten Erträge, während eine Weißklee-Nachsaat nachhaltiger wirkt, das heißt auch *nach* drei Jahren ist Weißklee noch maßgebend im Bestand zu finden im Gegensatz zu Rotklee (Daten nicht gezeigt).

## 4 Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich bei L. Heine, S. Engel, dem Feldteam des LAZBW-Abteilung “Grünland” und dem Labor-Team des LTZ für ihre intensive Arbeit. Weiterhin danken wir dem LAZBW für die Bereitstellung der Flächen und dem Land Baden-Württemberg für die Finanzierung des Projektes.

## 5 Literaturverzeichnis

Elsäßer M, Engel S & Thumm U (2016) Effects of legume establishment by slot-seeding on DM and protein yield. Grassland Science in Europe (21): 507–509

Hijbeek R, ten Berge H F M, Whitmore A P, Barkusky D, Schröder J J & van Ittersum M K (2018) Nitrogen fertiliser replacement values for organic amendments appear to increase with N application rates. Nutr. Cycl. Agroecosystems (110): 105-115

Klapp E & Stählin A (1936) Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. E. Ulmer Verlag, Stuttgart

Nesheim L, Boller B C, Lehmann J & Walther U (1990) The effect of nitrogen in cattle slurry and mineral fertilizers on nitrogen fixation by white clover. Grass Forage Sci. (45): 91–97

Steinshamn H (2001) Effects of cattle slurry on the growth potential and clover proportion of organically managed grass-clover leys. Soil and Plant Science (51): 113–124

Weggler K, Thumm U & Elsäßer M (2019) Development of legumes after reseeding in permanent grassland, as affected by nitrogen fertilizer applications. Agriculture, 9, DOI: 10.3390/agriculture9100207

# Nutzungsintensität und Gülleeinsatz bei Grünland – Versuchsergebnisse aus Kringell

Michael Diepolder, Sven Raschbacher

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## Zusammenfassung

In einem vierjährigen Grünlandversuch im Bayerischen Wald mit obergras- und kräuterreichen Grünlandbeständen wurden Effekte von vier bzw. fünf Schnittnutzungen pro Jahr, kombiniert mit jeweils zwei Intensitätsstufen organischer Düngung (Gülle, entsprechend ca. 1 GVE/ha bzw. 2 GVE/ha) in Hinblick auf die Zusammensetzung des Pflanzen-bestands, die erzielten mittleren TM- und N-Erträge, die mittleren N-, P-, K- und Mg-Gehalte im Futter sowie die Nährstoffsalden und Nährstoffgehalte des Bodens, untersucht. Im Vergleich zu anderen bayerischen Erhebungen bzw. Faustzahlen ergaben sich teilweise deutliche Abweichungen, insbesondere bei der N-Aufnahme. Es zeigte sich, dass im Ökolandbau eine hohe Nutzungsintensität mit fünf Schnitten pro Jahr insbesondere bei nicht optimalen Standortbedingungen pflanzenbaulich sehr kritisch sein kann.

## Abstract

In a four-year grassland experiment in the Bavarian Forest with grassland rich in top grass and herbs, the effects of four or five cuttings per year, combined with two intensity levels of organic fertilisation (liquid manure, corresponding to approx. 1 LU/ha and 2 LU/ha), were investigated. The parameters examined included the composition of the plant stand, the achieved mean DM and N yields, the mean N, P, K and Mg contents in the fodder as well as the nutrient balances and nutrient contents of the soil. In comparison to other studies conducted in Bavaria, the experiment revealed partly significant deviations, especially in the N uptake. It was shown that in organic farming, a high intensity of use with five cuts per year can be very critical from an agronomic point of view, especially if the site conditions are not optimal.

## 1 Einleitung

Der Ausgangspunkt für hohe Milchleistungen aus dem Grobfutter sind nachhaltig leistungsfähige Pflanzenbestände mit optimalem Nutzungszeitpunkt sowie einer entsprechend angepassten Düngung und Pflege. Eine intensive Bewirtschaftung ist in der Realität auch eine Gratwanderung (Diepolder 2012), gerade wenn die natürlichen Gegebenheiten des Standortes und andere produktionstechnische Vorgaben (z.B. Vorgaben des Ökologischen Landbaus) eine Intensivierung einschränken. Die Versuchsfrage war, ob bzw. inwiefern sich bei angesätem und nicht weidelgrasbetontem, ausschließlich mit Gülle gedüngtem Grünland die Grenzen einer intensiven Schnittnutzung abzeichnen. Der Beitrag fasst eine frühere Auswertung (Diepolder & Raschbacher 2013) zusammen und greift dabei zentrale Aspekte unter Einbeziehung neuerer Literaturquellen auf.

## 2 Material und Methoden

Auf einer Wiese des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums (LVFZ) für Ökologischen Landbau Kringell der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurde am Standort Hutthurm ein vierjähriges (2007-2010) Grünlandversuchskonzept, bestehend aus zwei direkt benachbarten Teilversuchen mit vier bzw. fünf jährlichen Schnittnutzungen, angelegt.

Der Versuchsstandort liegt im Landkreis Passau im südlichen Vorwald des Bayerischen Waldes auf 450 m ü. NN. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt 850 mm, die jährliche mittlere Temperatur 7,7 °C. Prinzipiell ist der Standort ackerfähig (AZ 47). Die obergras- und kräuterreiche Wiese, welche etwa um das Jahr 1999 neu angelegt wurde, steht auf Ranker mit sandigem Lehm mit 22 cm Krumentiefe.

Beide Versuche bestanden jeweils aus fünf Varianten (drei mit niedrigem plus zwei mit hohem Gülleeinsatz; jeweils in unterschiedlicher Verteilung) in vierfacher Wiederholung. Bei der jährlich ausgebrachten Güllemenge wurde versucht, bei den Abstufungen der jährlichen Nährstoffzufuhr (Tab. 1) einen betrieblichen Nährstoffanfall in einer Größen-ordnung von in etwa 1 GVE/ha (Stufe 1) bzw. etwa 2 GVE/ha (Stufe 2) zu simulieren.

Tab. 1: *Aufgebrachte Nährstoffmengen im 4-jährigen Mittel (jeweils in kg pro ha u. Jahr)*

| | **Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr** | | | | **Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Güllemenge | $N_{gesamt}$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO | $N_{gesamt}$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO |
| Stufe 1 | 94 | 43 | 144 | 24 | 95 | 43 | 147 | 25 |
| Stufe 2 | 182 | 86 | 295 | 49 | 173 | 83 | 294 | 48 |

Die Daten unterschiedlicher Verteilungsmuster innerhalb einer Nährstoffintensitätsgruppe wurden für diesen Beitrag gemittelt. Dies auch deshalb, da sich, in Übereinstimmung mit anderen Versuchsergebnissen (Elsäßer 2011), im Versuchskonzept häufig kein signifikanter/relevanter Effekt (1-5 % Differenz) unterschiedlicher Gülleverteilung auf den mittleren TM-, XP- und Energie-Ertrag abzeichnete.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Beide Versuche hatten einen hohen Kräuteranteil (Tab. 2). Dieser lag beim Versuch mit fünf Schnitten pro Jahr zudem deutlich über dem Versuch mit viermaliger Nutzung. Im Vergleich zu bayerischen Mittelwerten von Grünlandflächen (Diepolder *et al.* 2016) mit 4-5 Schnitten pro Jahr und einem mittleren Artengruppenverhältnis von ca. 74 % Gräser, 17 % Kräuter und 9 % Leguminosen für Bestände mit 4 bzw. 5 Schnitten pro Jahr bestand eine starke Diskrepanz. Der Luzerneanteil sowie der relativ hohe Rotkleeanteil im Bestand sogar bei fünfmaliger Nutzung sind sicher auf die Wiesenneuansaat rund acht Jahre vor Versuchsbeginn zurückzuführen. Ein sehr hoher Besatz an Löwenzahn lässt darauf schließen, dass die Neuansaat kein völliger Erfolg war, auch weil keine effektive chemische Bekämpfungsmöglichkeit (Ökolandbau) zur Verfügung stand.

Insgesamt lagen bei ca. 15-16 gefundenen Pflanzenarten relativ artenarme obergrasreiche Bestände mit Wiesenfuchsschwanz und Knaulgras als Leitgräser vor, während Deutsches Weidelgras nur eine geringe Rolle spielte (Tab. 2), typisch für viele Grünlandbestände im ostbayerischen Raum.

Eine Verdoppelung der jährlichen Güllemenge bewirkte nur geringe Zunahmen des TM-Ertrags von 9 % bzw. 11 % und des N-Ertrags von 4 % bzw. 11 % (Tab. 3). Bezieht man die Steigerung des N-Ertrags (Stufe 2 minus Stufe 1) bei verlustfreier Ernte auf die zusätzliche N-Menge (plus 91 kg $N_{gesamt}$/ha bei Versuch 1, plus 78 kg $N_{gesamt}$/ha bei Versuch 2), so ergibt sich bei Versuch 1 eine rechnerische N-Ausnutzung von nur 9 % des Gülle-N und in Versuch 2 eine N-Ausnutzung von 32 % der zusätzlich aufgewendeten N-Menge. Diese Werte liegen deutlich unter den Ergebnissen, welche Diepolder und Raschbacher (2010) für Weidelgras betontes Dauergrünland in einer Allgäuer Gunstlage ermittelten. Hier wurden bei ähnlichen N-Düngemengen durchschnittlich rund 50 % des Gülle-N in N-Ertrag umgesetzt. Die bessere N-Ausnutzung in der Allgäuer Gunstlage könnte auch daran liegen, dass hier bei gegebenen N-Mengen das Ertragspotenzial bei weitem noch nicht erreicht wurde, während in Kringell das Ertragspotenzial nahezu ausgeschöpft schien.

Tab. 2: *Botanische Zusammensetzung und Futterwertzahl der Pflanzenbestände (2008)*

| | **Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr** | | **Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr** | |
|---|---|---|---|---|
| | Stufe 1 ~1 GVE/ha | Stufe 2 ~2 GVE/ha | Stufe 1 ~1 GVE/ha | Stufe 2 ~2 GVE/ha |
| Ø Artenzahl | 15,3 | 16,5 | 15,0 | 16,6 |
| Artenanteile (gerundet) | In % der Frischmasse 1. Aufwuchs | | | |
| Tab. 1: Wiesenfuchsschwanz | 27 | 26 | 21 | 22 |
| Tab. 2: Knaulgras | 18 | 18 | 18 | 13 |
| Tab. 3: Deutsches Weidelgras | 5 | 9 | 5 | 11 |
| Tab. 4: Gemeine Rispe | 3 | 5 | 5 | 3 |
| **Gräser insgesamt** | **54** | **60** | **51** | **53** |
| Tab. 5: Löwenzahn | 23 | 21 | 25 | 27 |
| **Kräuter insgesamt** | **27** | **26** | **34** | **37** |
| Tab. 6: Weißklee | 4 | 3 | 4 | 3 |
| Tab. 7: Rotklee | 13 | 7 | 11 | 7 |
| Tab. 8: Luzerne | 3 | 6 | <1 | 1 |
| **Leguminosen insgesamt** | **19** | **14** | **15** | **10** |
| Ø Futterwertzahl nach KLAPP | 6,3 | 6,3 | 6,0 | 6,0 |

Der Einfluss der Güllemenge auf die mittleren Nährstoff- bzw. Energiegehalte im Futter war nicht gegeben bzw. nur marginal (Tab. 3). Dagegen führte eine höhere Nutzungs-intensität zu höheren Nährstoffgehalten. Die beim vierschnittigen Teilversuch erzielten mittleren Rohproteingehalte von rund 13 % und Energiegehalte von ca. 6,0 MJ NEL/kg TM liegen unter den Orientierungswerten für gute Silagen mit 16-17 % Rohprotein und 6,4 bzw. 6,1 MJ NEL/kg TM im ersten bzw. in den Folgeschnitten. Auch beim fünfschnittigen Feldversuch wurden diese Werte nicht erreicht. Der Grund dafür liegt

wohl auch darin, dass bei beiden Versuchen der erste Aufwuchs um den 10. Mai genommen wurde, was sich bei den obergrasreichen Beständen als zu spät erwies.

Ein erster Hinweis, dass eine fünfmalige Schnittfrequenz unter den Standortbedingungen kritisch zu hinterfragen ist, ergab sich nach Diepolder und Raschbacher (2013) aus folgender Tatsache: Beim letzten Aufwuchs wurden nur rund 9-12 dt TM/ha verlustlos (brutto) geerntet, was ca. 10 % des Jahresertrags entsprach. Unter Praxisbedingungen (Werbungsverluste Silage, Heu) dürfte aufgrund der sehr kräuterreichen Bestände mit noch niedrigeren Erträgen zu rechnen sein.

Ein etwas früherer Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses würde die in den beiden vorigen Absätzen beschriebenen Probleme etwas abmildern. Bei gegebener und im Verhältnis zur N-Aufnahme insgesamt deutlich knapper organischer Düngung führte eine Erhöhung der Nutzungsintensität zu einem relevanten Abfall des TM-Ertrags. Dies bestätigen u.a. auch Untersuchungen von Diepolder und Raschbacher (2010) auf weidelgrasreichem Dauergrünland im Allgäu bei ausschließlicher Gülledüngung.

Tab. 9: *Erträge, mittlere Nährstoff- und Energie-Gehalte (unter Berücksichtigung der Ertragsanteile einzelner Schnitte) und einfache Nährstoffsalden (Düngung minus Abfuhr) im vierjährigen Mittel*

| | **Versuch 1: 4 Schnitte pro Jahr** | | **Versuch 2: 5 Schnitte pro Jahr** | |
|---|---|---|---|---|
| | Stufe 1 ~1 GVE/ha | Stufe 2 ~2 GVE/ha | Stufe 1 ~1 GVE/ha | Stufe 2 ~2 GVE/ha |
| TM-Ertrag $_{brutto}$ (dt TM/ha) | 105,8 | 115,3 | 93,0 | 103,3 |
| N-Ertrag $_{brutto}$ (kg N/ha) | 228 | 236 | 230 | 255 |
| Ø Nährstoffgehalte | [g/kg TM] | | | |
| Tab. 10: Rohprotein (XP)/N | 135/21,6 | 128/20,5 | 155/24,8 | 154/24,6 |
| Tab. 11: Phosphor (P) | 4,07 | 4,25 | 4,70 | 4,75 |
| Tab. 12: Kalium (K) | 25,5 | 29,9 | 28,2 | 31,1 |
| Tab. 13: Magnesium (Mg) | 2,87 | 2,55 | 3,20 | 3,15 |
| Ø Energiegehalt (MJ NEL/kg TM) | 6,07 | 5,99 | 6,26 | 6,25 |
| Nährstoffsalden | [kg/ha] | | | |
| Tab. 14: Stickstoff (N) | -134 | -54 | -135 | -82 |
| Tab. 15: Stickstoff (N) erw.* | -67 | -2 | -80 | -42 |
| Tab. 16: Phosphat ($P_2O_5$) | -56 | -26 | -57 | -29 |
| Tab. 17: Kali ($K_2O$) | -180 | -119 | -168 | -91 |
| Tab. 18: Magnesiumoxid (MgO) | -26 | 0 | -24 | -6 |

*Hinweis: *Beim erweiterten N-Saldo wurde eine stetige N-Nachlieferung des Bodens von 10 kg N/ha sowie die N-Bindung aus Leguminosen (3 kg pro % Leguminosen) nach Tab. 2 einbezogen.*

Die mittleren Stickstoff (N)- bzw. Rohproteingehalte (N x 6,25) im Versuch lagen nicht nur unter den Mittelwerten bayerischer Praxisflächen (25,1 bzw. 27,5 g N/kg TM; Diepolder *et al.* 2016) sondern auch deutlich unter den Werten aktueller bayerischer bzw. deutscher Faustzahlen (27,2 bzw. 28,0 g N/kg TM; LfL 2018). Für die P-, K-, und Mg-Gehalte wurden im Versuch (Tab. 3) im Vergleich zu Faustzahlen (LfL 2018) mit vier bzw. fünf Schnittnutzungen [P 3,5/3,8; K 26,0/27.0; Mg 2,7/2,7; jeweils in g/kg TM] deutlich höhere Gehalte gemessen.

Für Kalium sind dabei die Gehalte von rund 30-31 g K/kg TM bei hoher Gülledüngung (Tab. 3, Stufe 2) tierphysiologisch zu hoch, bestätigen sich jedoch auch in der Praxis (Diepolder *et al.* 2016). Bewusst niedriger sind die K-Gehalte in den Faustzahlen (LfL 2018) gehalten. Dies um sehr hohe K-Düngemengen und demzufolge hohe K-Gehalte im Futter zu vermeiden. Somit sind für diesen Nährstoff die sehr hohen negativen K-Salden nicht allzu kritisch zu sehen. Auch die negativen Phosphatsalden bei Stufe 2 in Tabelle 3 relativieren sich, wenn optimale P-Gehalte im Bereich von ca. 3,0-4,0 g P/ha (Heinz *et al.* 2016) zugrunde gelegt werden.

Suboptimal sind allerdings die stark negativen N-Salden zu werten, insbesondere bei der niedrigen Güllestufe. Selbst wenn man in einem erweiterten Ansatz die N-Nachlieferung aus Mineralisierung und Leguminosen einkalkuliert, bleibt bei einer Güllemenge von ca. 2 GVE/ha (Stufe 2) der Saldo stark negativ (Tab. 3). Damit ist eine Fünfschnittnutzung bei suboptimalen Standortbedingungen kritisch zu hinterfragen: Dies gerade auch deshalb, da bei der einfachen Bilanz der gesamte ausgebrachte Gülle-N zu 100 % angerechnet wurde, eine Größenordnung, welche in der Praxis bei Weitem nicht erreicht wird.

Tab. 19: *Bodenkennwerte und Nährstoffgehalte in 0-10 cm Bodentiefe bei Versuchs-beginn (April 2006) und Versuchsende (November 2010)*

| | | **2006** | **2010** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mittel | **Versuch 1: 4 Schnitte/Jahr** | | **Versuch 2: 5 Schnitte/Jahr** | |
| | | | 1 GVE/ha | 2 GVE/ha | 1 GVE/ha | 2 GVE/ha |
| Humus | [% TM] | 2,15 | 2,8 | 3,0 | 2,9 | 3,2 |
| Gesamt-N | [% TM] | 0,12 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
| C/N | | 10,6 | 10,0 | 10,4 | 9,6 | 9,6 |
| pH $_{CaCl2}$ | | 5,5 | 5,7 | 6,0 | 5,6 | 6,0 |
| $P_2O_5$ (CAL) | [mg/100 g B.] | 9,1 | 5,0 | 7,5 | 4,7 | 5,5 |
| $K_2O$ (CAL) | [mg/100 g B.] | 7,9 | 7,0 | 11,5 | 7,0 | 8,0 |

In der Tendenz führte ansteigende organische Düngung zu einer Anhebung der Humus- und N-Gehalte (trotz stark unterschiedlicher, stets negativer N-Salden) des Oberbodens sowie des pH-Wertes (Tab. 4).

Allerdings liegen die Humusgehalte von rund 3 % weit unter den mittleren Gehalten bayerischer Dauergrünlandböden von ca. 7 % (Heinz *et al.*, 2016). Abgesunken sind die Phosphatgehalte. Dies im Falle der niedrigen Güllestufe (1 GVE/ha) auf ein sehr niedriges Niveau.

## Fazit

Liegen keine optimalen Pflanzenbestände bzw. Gunstlagen des Dauergrünlandes vor, ist eine fünfmalige Schnittfrequenz sehr kritisch zu hinterfragen. Insbesondere dann, wenn die Düngung der Bestände deutlich unter 170 kg N/ha begrenzt bleibt. In Gunstlagen sind jedoch hohe Nutzungsintensitäten (4-5 Schnitte pro Jahr) mit ausschließlich organischer Düngung möglich. So zeigten Untersuchungen der LfL im Allgäu (Diepolder und Raschbacher 2010), dass auch mit unterbilanzierter, ausschließlich organischer N-Düngung durchaus langfristig stabile Grünlandbestände mit hohem Ertragsniveau und guter Futterqualität realisierbar sind.

## Danksagung

Die Autoren danken den Kolleginnen/Kollegen der Versuchsstelle Steinach, des Fach-zentrums Deggendorf, dem LVFZ Kringell, der LfL-Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) sowie dem LfL-Sachgebiet Versuchswesen und Biometrie für die Versuchsdurchführung, die Laboranalysen und die Datenaufbereitung.

## 4 Literaturverzeichnis

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – LfL (2018) Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland „Gelbes Heft“. LfL- Information, Stand 2018

Diepolder M & Raschbacher S (2010) Leistungsfähiges Grünland und Verzicht auf mineralische Düngung – sind hohe Erträge und Futterqualitäten möglich? Schule und Beratung (3-4): 13-19

Diepolder M (2012) Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung – Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung. In: Tagungsband zur Viehwirtschaftliche Fachtagung 2012 am Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-Irdning: 1-8

Diepolder M & Raschbacher S (2013) Nutzungsintensität und Gülleeinsatz bei Grünland – Versuchsergebnisse zur Wirkung unterschiedlicher Kombinationen im Bayerischen Wald. Schule und Beratung (1/2013): 30-36

Diepolder M, Raschbacher S, Heinz S & Kuhn G (2016) Ertrags- und Nährstoff-monitoring Grünland Bayern 2009-2014. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 73. Kongressband 2016 Rostock, VDLUFA-Verlag, Darmstadt: 129-137

Elsässer M (2011) Effekte unterschiedlich häufig ausgebrachter Gülle in Kombination mit unterschiedlich mineralischer Stickstoffdüngung. In: Gülle 11 – Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. Tagungsband der Internationalen Tagung am 17./18.10. 2011 im Kloster Reute, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, Elsäßer, Diepolder, Huguenin-Elie, Pötsch, Nußbaum (Hrsg.): 56-60

Heinz S, Raschbacher S, Diepolder M & Kuhn G (2016) Erweitertes Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen; Abschlussbericht März 2016; LfL-Agrarökologie: 1-104

# Funktionssicherheit integrierter Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO in der Milchviehhaltung

Jochen Simon[1], Ferdinand Oberhardt[1], Bernhard Bauhofer[2]

[1] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung
[2]GfA Gesellschaft für Aerophysik mbH

## Zusammenfassung

Beim Bau von Außenklimaställen steht das Tierwohl im Vordergrund. Nicht überdachte Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO sind zwischenzeitlich fester Bestandteil zukunftsfähiger Stallanlagen. Diese geben den Tieren die Möglichkeit, sich dem direkten Außenklimareiz auszusetzen. Bei einhäusigen Stallanlagen werden Laufhöfe außerhalb, bei mehrhäusigen zwischen den Teilbaukörpern angeordnet. Diese integrierten Laufhöfe weisen Vorteile (u. a. verringerter Investitionsbedarf) auf. Je nach Geometrie und Anordnung der Teilbaukörper kann es aber zum vermehrten Eintrag von Schnee in den Laufhof und unerwünschtem Schlagregen in angrenzende Funktionsbereiche kommen. Bei den untersuchten Varianten für mehrhäusige Stallmodelle zeigen flache Dachneigungen mit großen Vordächern die geringsten Niederschlagseinträge.

## Abstract

Animal welfare is the main criterion for the construction of outdoor climate barns. Non-covered exercise yards corresponding to the Council Regulation (EC) No 834/2007 have become an established part of future-oriented animal housing. Exercise yards allow the animals to expose themselves to direct outdoor climate stimuli. In single-house barns, exercise yards are located outside the building. In multiple-house barns, they are situated between the individual buildings. These integrated exercise yards have certain advantages (e. g. lower investment requirements). Depending on the geometry and the arrangement of the individual buildings, however, a larger quantity of snow may accumulate in the exercise yard, and adjoining functional areas may be affected by undesirable wind-driven rain. Among the examined variants for multiple-barn houses, roofs with a low inclination angle and large canopy roofs show the lowest precipitation input.

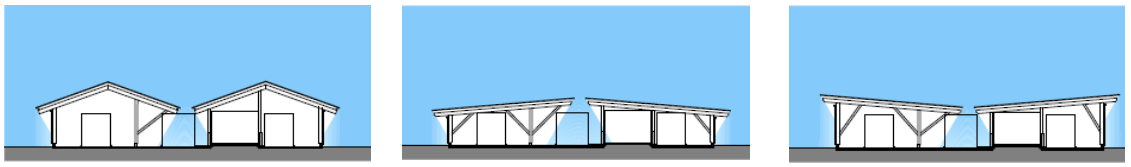
## 1 Einleitung

Stand der Technik bei der Errichtung von Milchviehställen ist der Außenklimastall. Vorrangig soll den Rindern aus physiologischen Gründen ein möglichst natürliches Stallklima geboten werden. Mit dem Klimawandel wird die Gebäudehülle, neben technischen Maßnahmen (z. B. Ventilatoren), als Puffer gegen den Energieeintrag aus der Sonneneinstrahlung immer wichtiger. Entscheidend sind hier der Dachaufbau (Verringerung Wärmedurchgang) und Dachüberstände (Schattierung). Keinen Einfluss auf die Hitzestress-Stunden haben u. a. das Gebäudevolumen bzw. die Gebäudehöhe sowie die Ausrichtung der Baukörper (Stötzel und Simon 2017). Eine verringerte Gebäudehöhe ist wiederum Kennzeichen mehrhäusiger Baulösungen mit integrierten Laufhöfen. Neben anderen Vorteilen kann mit dieser Bauweise bei entsprechender baulicher Ausführung der Investitionsbedarf gegenüber

klassischen einhäusigen Satteldachhallen um 25 % und mehr gesenkt werden (Simon *et al.* 2013).

## 2 Problemstellung und Stand des Wissens

Die Weide gilt im Ökolandbau als ideale Haltungsform für Milchvieh. Kann diese aus betrieblichen Gründen nicht umgesetzt werden, ist allen Tieren gemäß Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (EG-Öko-VO) ein nicht überdachter Laufhof zur Verfügung zu stellen. Bei einhäusigen Stallanlagen werden nicht überdachte Laufhöfe außerhalb des Baukörpers, bei mehrhäusigen Stallanlagen zwischen den Teilgebäuden (z. B. in Kombination mit dem Futtertisch) angeordnet. Bzgl. der Bauweise der Teilgebäude werden in der Regel Sattel- oder Pultdach-Konstruktionen umgesetzt (Abb. 1). Bezüglich des potenziellen Regen- und Schneeeintrags ist der Laufhof bei einhäusigen Stallanlagen ganzjährig der Bewitterung ausgesetzt. Die Funktionsbereiche unter Dach können dagegen vollständig geschützt werden. Bei mehrhäusigen Stallanlagen mit Satteldachkonstruktionen (MH 1) ist es bei einer Dachneigung von ca. 20° vermehrt zu Schneeeintrag auf die integrierten Laufhöfe gekommen. Bayerische Pilotbetriebe nach Typ MH 2 (satteldachförmige Anordnung von Pultdächern) in Regionen mit hohen Niederschlägen zeigen wiederum, dass dieser vernachlässigt werden kann. Gleichzeitig kann es bei Anlagen mit dieser Gebäudegeometrie bei widrigen Witterungsverhältnissen (z. B. Gewitterereignisse) an wenigen Tagen im Jahr zu Schlagregeneintrag in angrenzende Funktionsbereiche (z. B. Liegeboxen, Futtertisch) kommen. Für die notwendige Planungssicherheit fehlten dazu bislang systematische Dauermessungen sowie abgesicherte Erklärungen aus der Gebäudeaerodynamik.



MH 1 MH 2 MH 3

*Abb. 1: Bauweisen mehrhäusiger Stallanlagen mit integriertem, nicht überdachtem Laufhof*

## 3 Grundlagen für den Eintrag von Regen und Schnee

Bei Windstille ist der Eintrag von Regen und Schnee in die nicht überdachten Laufhofbereiche gleichermaßen der Schwerkraft unterworfen (Cziesielski 1981). Unter Wind-einwirkung wirken zur Schwerkraft gebäudeaerodynamische Vorgänge. Es wird davon ausgegangen, dass der Eintrag von Schlagregen durch eine entsprechende seitliche Windkraft weit oberhalb des Gebäudes vorgegeben wird. Der Eintrag kann mit festen Winkeln (60° bei senkrechter bzw. 68° bei Anströmung in Querrichtung) geometrisch ermittelt werden (Frank 1973 bzw. DIN 68800, Teil 2). Dagegen wird der Schneeeintrag durch die große Windangriffsfläche, die geringe Fallgeschwindigkeit und das geringe Gewicht der Schneeflocken viel stärker von der Um- und Durchströmung des Gebäudes und den daraus resultierenden Sog- und Druckverhältnissen, insbesondere im nicht überdachten Bereich zwischen den Teilbaukörpern, abhängen.

Das sich ausbildende Strömungsfeld bzw. die sich einstellenden Winddruckverteilungen an einfachen Baukörpern zeigen im Luvbereich durch Stauung der auftreffenden Luft-massen Überdruck (Abk. „D“, Vorzeichen „+“ bzw. rote Pfeile in das Gebäude hinein (Abb. 2)).

Die verdrängte Strömung löst sich an den Gebäudekanten ab und wird in einer beschleunigten Bewegung um und über das Gebäude transportiert. In Folge erhöht sich sowohl im Dachbereich als auch an den Längsseiten die Strömungsgeschwindigkeit. In der abgelösten und beschleunigten Strömung entstehen Unterdrücke bzw. „Sog“ (Abk. „S“, Vorzeichen „-“ bzw. blaue Pfeile aus Gebäude heraus (Abb. 2)). Auf der windabgewandten Seite der Gebäude stellt sich eine Windabschwächung mit moderaten Sog-wirkungen ein. Der sich im Gebäudeinnern einstellende windbedingte Innendruck ist dabei von der jeweiligen Öffnungskonfiguration (Größe der Öffnungen, Leckagen), von der Windrichtung bzw. -geschwindigkeit und vom Nutzerverhalten abhängig (Moor 1987). Ziel für die Verringerung des Schneeeintrags im Bereich der nicht überdachten Laufhöfe ist es, Zuluft durch windbedingten Überdrück im Fassadenbereich (z. B. über Leckagen) zu- und durch windbedingten Unterdruck (Sog) im Laufhofbereich wieder ins Freie abzuführen. Dabei gestalten sich gebäudeaerodynamische Messungen in der Praxis vor allem auf Grund der Turbolenz der Windströmung sowie standortabhängiger Einflussparameter (Oberflächenrauigkeit, Relief, ggf. Bebauung bzw. Vegetation) schwierig bzw. sind nicht wiederholbar. Windkanalversuche eignen sich methodisch sehr gut und werden deshalb im Rahmen dieser Untersuchung zur Abschätzung des Schneeeintrags in die nicht überdachten Laufhöfe verwendet.

# 4 Ergebnisse

## 4.1 Ergebnisse Schneeeintrag

Insgesamt wurden aus einer Vielzahl von praxisüblichen Bauweisen für mehrhäusige Stallanlagen fünf Stallmodelle mit unterschiedlichen Gebäudegeometrien und Dach-neigungen (DN) ausgewählt und modellbautechnisch im Maßstab 1 : 100 umgesetzt. Aus diesen werden exemplarisch die Ergebnisse für die Variante MH 1 – addierte Baukörper mit gleich großen Satteldächern (DN = 20°), MH 2 – Pultdächer in satteldachförmiger Anordnung (DN = 3°) und MH 3 – Pultdächer in trogförmiger Anordnung (DN = 3°) vorgestellt. Gemessen wurden die Windrichtungen senkrecht auf die Giebelwände (180°), über Eck (225°) und senkrecht auf die Traufwände (270°) bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s (10 m Höhe) und geschlossenen Fassaden (Leckage-Anteil Wände ca. 3,0 %). Dargestellt sind in Abbildung 2 die Werte für die ein- und ausströmende Luft, exemplarisch für die kritische Anströmung über Eck (225°). Die Ergebnisse zeigen, dass Luft im Wand- und nicht überdachten Laufhofbereich gleichzeitig ein- und ausströmt (Abb. 2, s. jeweils Teilsummen für Druck und Sog). MH 1 (20° Dachneigung) weist mit einem Wert von + 84.277 m³/h den höchsten Wert für Druck im nicht überdachten Laufhofbereich auf. Mit + 55.974 m³/h liegt MH 3 etwa um ein Drittel niedriger. Geringen Druck (+ 14.667 m³/h) im Bereich des nicht überdachten Laufhofes zeigt dagegen MH 2. Über die einströmende Luft wird es bei MH 1 und MH 3 zu einem deutlich höheren Schneeeintrag als bei MH 2 kommen. Beide Ergebnisse korrelieren mit den Praxiserfahrungen mit hohen (MH 1) und geringen (MH 2) Schneeeinträgen.

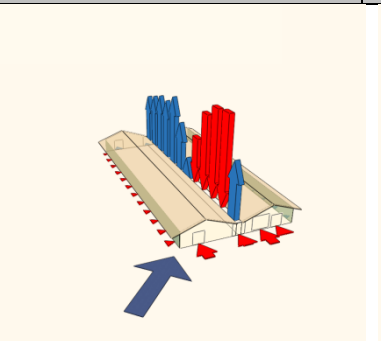
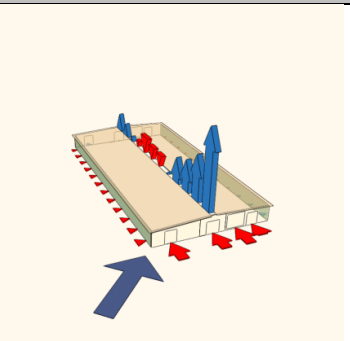
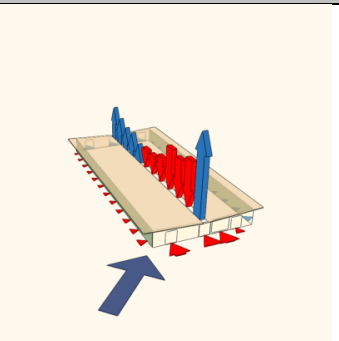
| | MH 1 (DN 20°) | MH 2 (DN 3°) | MH 3 (DN 3°) |
|---|---|---|---|
| Wind über Eck - 225° |  |  |  |
| | **Leckagefläche Wände**<br>Σ D \| S + 50.152 \| - 14.624 [m³/h]<br>Diff. Wände **+ 35.528 m³/h**<br>**Nicht überdachter Laufhof**<br>Σ D \| S + 84.277 \| -119.805 [m³/h]<br>Diff. Laufhof **- 35.528 m³/h** | **Leckagefläche Wände**<br>Σ D \| S + 55.345 \| - 9.737 [m³/h]<br>Diff. Wände **+ 45.608 m³/h**<br>**Nicht überdachter Laufhof**<br>Σ D \| S + 14.667 \| - 60.275 [m³/h]<br>Diff. Laufhof **- 45.608 m³/h** | **Leckagefläche Wände**<br>Σ D \| S + 37.093 \| - 31.529 [m³/h]<br>Diff. Wände **+ 5.564 m³/h**<br>**Nicht überdachter Laufhof**<br>Σ D \| S + 55.974 \| - 61.538 [m³/h]<br>Diff. Laufhof **- 5.564 m³/h** |

*Abb. 2: Ein- und ausströmende Luft über Druck und Sog (D = Druck bzw. S = Sog) bei mehrhäusigen Stallanlagen*

## 4.2 Ergebnisse Regeneintrag

Bei den untersuchten mehrhäusigen Stallmodellen zeigt sich, dass die wesentlichen Einflussfaktoren für den Schlagregeneintrag die Gebäudeorientierung (Nord-Süd bzw. Ost-West), die Gebäudehöhe und die Vordächer sind. Lage und Höhe der Vordächer ergeben sich aus der Dachform, der Trauf- bzw. Firsthöhe, der erforderlichen, nicht überdachten Laufhoffläche gemäß EG-Öko-VO sowie einer wirtschaftlichen Fressgangbreite (hier: 5,20 m). Für alle Modelle wurde im Fress- und Laufgangbereich eine Durchfahrtshöhe von 3,40 m (s. eingezeichnete Rechtecke in Abb. 3) eingehalten. Die Außenfassaden werden als geschlossen (Windschutznetze, Curtains o. ä.), die innenliegenden Fassaden zum Fressgang als offen angenommen.

Bei Nord-Süd-Ausrichtung der Ställe ist zunächst keines der untersuchten Stallmodelle zu 100 % schlagregensicher (Farbe Gelb). Durch abgehängte Regenschürzen oder Spritzschutzmaßnahmen (z. B. lamellenartige Holzverkleidungen vor den Liegeboxen) mit geringer Bauhöhe lässt sich dies für 2-reihige Aufstallungen lösen. 3-reihige Liegeboxenlaufställe können dagegen nicht geschützt werden. Bei Ost-West-Ausrichtung der Ställe ist dagegen nur mit geringfügigen Einträgen in die Liegeboxen zu rechnen. Dies resultiert aus der Abschwächung des Einfallwinkels durch den schrägen Regeneintrag in Abhängigkeit zur Hauptwindrichtungsverteilung. Bis auf MH 2, bei dem der Schlagregeneintrag durch Spritzschutzmaßnahmen verhindert werden kann, schützen allein die angenommenen Geometrien, Trauf- bzw. Firsthöhen und Dachüberstände.

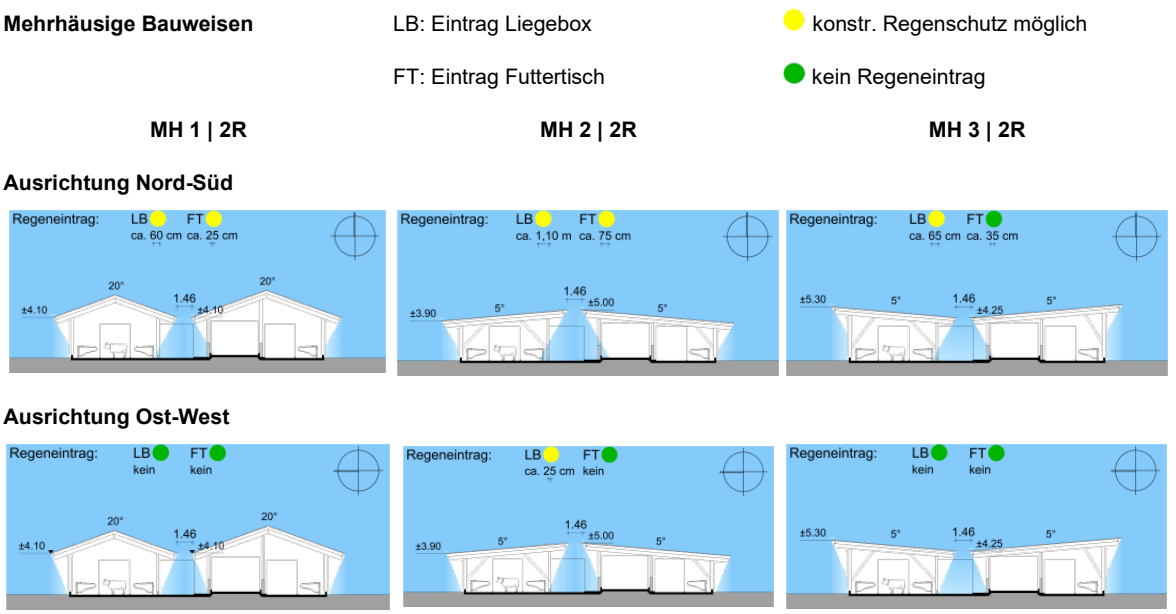



*Abb. 3: Geometrische Ermittlung des Schlagregeneintrags bei unterschiedlicher Gebäudeausrichtung*

## 5 Schlussbemerkung

Durch diese Untersuchung konnte eine hohe Planungssicherheit für mehrhäusige Stall-anlagen mit integrierten Laufhöfen gemäß EG-Öko-VO erreicht werden. Für die Funktionssicherheit sind die Ausrichtung der Stallanlagen sowie die Gebäudehöhe bzw. -geometrie entscheidend. Mit den Messdaten aus dem Windkanal ist es jetzt möglich, die hohen (MH 1) und geringen Schneeeinträge (MH 2), die aus der Praxis bereits bekannt sind, durch die entsprechenden Druckwerte im Bereich der nicht überdachten Laufhöfe zu verifizieren. In wieweit sich die höheren Werte für Druck im nicht überdachten Laufhofbereich bei der trogförmigen Anordnung (MH 3) gegenüber Modell MH 2 auf die Schneeeintragsmenge auswirken, wird in weiteren Simulationen überprüft, da für diese Gebäudegeometrie noch keine Stallanlagen in der Praxis zur Verfügung stehen.

Gegen Schlagregeneintrag auf angrenzende Funktionsflächen schützt bei Nord-Süd-Ausrichtung zunächst keine Gebäudegeometrie. Dabei können 2-reihige Aufstallungen im Gegensatz zu 3-reihigen durch einfache Regenabweiser ertüchtigt werden, so dass 3-reihige Aufstallungen bei dieser Ausrichtung generell nicht empfohlen werden können. Dagegen sind bei Ost-West-Ausrichtung alle Aufstallungsformen durch die untersuchten Gebäudegeometrien gegen Schlagregen geschützt. Bei der Wahl der passenden Dachform ist hier dann wieder die Abwägung mit dem potenziellen Schneeeintrag erforderlich.

## 6 Literaturverzeichnis

Cziesielski E (1981) Methode zur Erzeugung eines Schlagregens für die Bauteilprüfung. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau. Stuttgart

DIN 68800-2:2012-02, Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

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

Frank W (1973) Einwirkungen von Regen und Wind auf Gebäudefassaden. Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft. Stuttgart

Moor H (1987) Physikalische Grundlagen der Gebäudeaerodynamik im Hinblick auf die Berechnung des Luftaustausches. EMPA. Dübendorf

Simon J, Blenk M, Dietl H, Geischeder S, Goblirsch G, Helm S, Huene A von, Lubenau C, Richter K, Schulze A & Weber-Blaschke G (2013) Landwirtschaft – Bauen in regionalen Kreisläufen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

Stötzel P & Simon J (2017) Simulationen des Einflusses von baulichen Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress in Milchviehställen. In Tagungsband zur 14. Tagung: Bauen, Technik und Umwelt, Hohenheim

# Untersuchungen zur Entwicklung der Zucht auf natürliche Hornlosigkeit bei Braunvieh und Fleckvieh in Bayern

Dieter Krogmeier, Bernhard Luntz

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht

## Zusammenfassung

In den Rassen Braunvieh und Fleckvieh schreitet die Zucht auf natürliche Hornlosigkeit sehr schnell voran. Bei Betrieben, insbesondere im Ökobereich, die weiterhin mit horn-tragenden Kühen arbeiten wollen, wächst daher die Sorge, dass das Angebot an homo-zygot gehörnten Bullen zukünftig stark rückläufig sein wird und es entwickeln sich Bestrebungen zum Erhalt gehörnter Genetik.

Um die Bedeutung gehörnter Kühe zu quantifizieren, wurde deshalb der Anteil nicht gehörnter Tiere auf konventionellen und ökologischen bayerischen Milchviehbetrieben erfasst. Außerdem wurden ausgehend von der Ist-Situation verschiedene Szenarien zur Entwicklung des Horngens simuliert.

Die Ergebnisse zeigen, dass auch im Ökobereich weit verbreitet mit hornlosen Kühen (enthornt oder natürlich hornlos) gearbeitet wird und der Anteil natürlich hornloser Kühe hoch ist. Obwohl sich die Hornloszucht weiter dynamisch entwickelt, wird das rezessive Gen für Hornentwicklung mittelfristig nicht aus den Populationen verschwinden. Möglichkeiten, wie die Verfügbarkeit gehörnter Genetik zukünftig sichergestellt werden kann, werden diskutiert.

## Abstract

In Brown Swiss and Fleckvieh cattle, breeding for natural hornlessness is progressing very quickly. On farms, especially in the organic sector, which want to continue to work with horned cows, there is a growing concern that the supply of homozygous horned bulls will be strongly reduced in the future and efforts are being made to preserve horned genetics.

In order to quantify the importance of horned cows, the study recorded the proportion of non-horned animals on conventional and organic Bavarian dairy farms. In addition, various scenarios for the development of the horn genotypes were simulated based on the actual situation.

The results show that also in the organic sector, hornless cows (dehorned or naturally hornless) are widely used and the percentage of naturally hornless cows is high. Although hornless breeding continues to develop dynamically, the recessive gene for horn development will not disappear from the populations in the medium term. Possibilities of how to ensure the availability of horned genetics in the future are discussed.

# 1 Einleitung

Insbesondere in der ökologischen Milchviehhaltung gibt es zahlreiche Betriebe, die mit horntragenden Kühen arbeiten wollen. So ist bei Demeter die Haltung hörnertragender Rinder verpflichtend und der Einsatz hornloser Genetik verboten (DEMETER 2020). Scheper (2017) fürchtet, dass die Zucht auf Hornlosigkeit in absehbarer Zeit zum Aus-sterben horntragender Milchkühe führen könnte. Diese steht nach Meinung des Autors den Grundsätzen des ökologischen Landbaus entgegen. In einer Untersuchung auf Demeter-Betrieben gaben 30 % der Betriebe an, ausschließlich Sperma über künstliche Besamung (KB) einzusetzen oder Bullenhaltung mit der KB zu kombinieren. In Anbetracht der Hornloszuchtentwicklung sei für diese Betriebe eine Abhängigkeit von Sperma aus konventionellen Zuchtprogrammen mittel- bis langfristig problematisch (Scheper 2018). Aus der Befürchtung heraus, dass gehörnte Genetik in einzelnen Rassen mittelfristig nicht mehr zur Verfügung steht, werden verschiedene Ansätze zum Erhalt des Horngens diskutiert. Die vorliegende Untersuchung gibt einen Überblick über den Anteil phänotypisch nicht gehörnter Kühe auf konventionellen und ökologischen bayerischen Milchviehbetrieben. Weiterhin wird mit Hilfe einer einfachen Simulation anhand geeigneter Kenngrößen versucht, die Frage zu beantworten, ob und wie lange noch gehörnte Genetik zur Verfügung steht.

# 2 Material und Methoden

Von Juli 2018 bis Februar 2019 wurde im Rahmen der Nachzuchtbewertung erfasst, ob Kühe gehörnt oder hornlos (= natürlich hornlos oder enthornt) waren. Dabei lagen Informationen für 21.657 zufällig ausgewählte Kühe von 5014 Betrieben vor. Insgesamt wurden dabei 18.941 Fleckvieh und 2.538 Braunviehkühe eingestuft. Zu diesen Tieren wurden Informationen vom LKV Bayern über das Stallsystem, die Kuhzahl und die Zugehörigkeit der Betriebe zu einem Ökoverband zugespielt. Dabei standen 814 Kühe auf insgesamt 206 ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Für insgesamt 3.708 Kühe waren zusätzlich Information über den Hornstatus vorhanden. Die Hornstatusbeschreibung mit den zugrunde liegenden Genotypen zeigt Tab. 1.

Tab. 1: *Beschreibung des Hornstatus bei Fleckvieh und Braunvieh*

| **Beschreibung des Hornstatus** | **Genotyp** | **mit Gentestergebnis** |
|---|---|---|
| homozygot hornlos | PP | PP* |
| heterozygot hornlos | Pp | Pp* |
| hornlos (exakter Status PP oder Pp unbekannt) | P | |
| Ausbildung von Krusten oder Wackelhörnern | PS | P*S |
| gehörnt | pp | pp* |

Ausgangspunkt für die Simulation war die Genotyp-Verteilung für das Hornlosgen in den aktuellen Kuhjahrgängen und deren Nachzucht sowie der Anteil an Besamungen mit Hornlosbullen im letzten abgeschlossenen Besamungsjahr 2018. Hierzu lagen vom LKV Bayern Informationen über den Hornlosstatus und von den bayerischen Besamungs-stationen die gemeldeten Besamungszahlen vor. Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Programmpaket SAS Version 9.3 durchgeführt.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

## Anteil phänotypisch hornloser Kühe

Über den Anteil phänotypisch hornloser Kühe auf den bayerischen Milchviehbetrieben gab es bisher keine gesicherten Zahlen. Tab. 2 zeigt den Anteil hornloser Kühe (enthornt und natürlich hornlos), wobei zusätzlich nach Rasse, Stallform, Betriebsgröße und Zugehörigkeit zu einem ökologischen Verband differenziert wird. Die Tabelle verdeutlicht, dass der Großteil der Betriebe mit nicht gehörnten Kühen arbeitet. In großen Laufstall-betrieben liegt der Anteil bei 97 %. Auffallend ist der hohe Anteil nicht gehörnter Tiere auf Betrieben, die einem Ökoverband angehören. Allerdings gibt es erwartungsgemäß große Unterschiede zwischen den Verbänden.
3.708 dieser Kühe hatten einen bekannten Hornstatus. Der Anteil „natürlich hornloser" Erstkalbskühe lag dabei beim Fleckvieh bei 11,2 % und beim Braunvieh bei 4,1 %. Der Anteil natürlich hornloser Tiere auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben liegt mit 17,1 % deutlich höher als auf konventionell arbeitenden Betrieben. Die Zucht auf Hornlosigkeit scheint für ökologische Betriebe, für die eine Haltung gehörnter Kühe nicht möglich oder subjektiv zu gefährlich ist, eine wirksame Maßnahme zu sein, um die Zahl zu enthornender Kälber im Sinne des Tierwohls zu reduzieren.

Tab. 2: *Einflussfaktoren auf den Anteil phänotypisch nicht gehörnter Kühe (%)*

| **Faktor** | **Rasse** | | **Stallsystem** | | **Kuhzahl (n)** | | | **Öko-** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Braunvieh** | **Fleckvieh** | **Anbinde** | **Laufstall** | **bis 50** | **50-75** | **> 75** | **verband** |
| **Anzahl (n)** | 2.538 | 18.941 | 6.584 | 14.895 | 8.611 | 6.595 | 6.237 | 814 |
| **hornlos (%)** | 95,1 | 90,5 | 78,9 | 96,0 | 85,9 | 95,1 | 97,0 | 83,3 |

Einschränkend muss allerdings festgestellt werden, dass nur Betriebe unter Milch-leistungsprüfung und mit Erstkalbskühen aus künstlicher Besamung durch die Nachzuchtbewerter besucht werden. Der Anteil gehörnter Kühe auf ökologischen Betrieben mit Natursprung dürfte deutlich höher liegen.

## Simulation „Entwicklung der natürlichen Hornlosigkeit"

Ausgangspunkt für die Simulation war die aktuelle Genotyp-Verteilung für das Hornlosgen bei weiblichen Tieren bis 24 Monate (Nachzucht, Tab. 3) in den aktuellen Kuhjahrgängen sowie der Anteil an Besamungen mit Hornlosbullen (genomische Jungvererber) im abgeschlossenen Besamungsjahr 2018 (Tab. 4) beim Fleckvieh.

Tab. 3: *Anteil natürliche Hornlosigkeit und Anteil der Hornlos-Genotypen bei weiblichen Tieren bis 24 Monate (Nachzucht) bei Braunvieh und Fleckvieh (Stand Juli 2019)*

| **Rasse** | **n** | **natürlich hornlos** | **PP / PP*** | **Pp / Pp*** | **P** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Fleckvieh** | 623.252 | 11,3 % | 0,05 % | 9,1 % | 2,1 % |
| **Braunvieh** | 65.775 | 4,7 % | 0,2 % | 4,5 % | 0,03 % |

Tab. 4: *Verteilung der Hornlos-Genotypen bei Braunvieh und Fleckvieh bei Besamungen mit genomischen Jungvererbern (Besamungsjahr 2018)*

| | Genotyp Fleckvieh | | | Genotyp Braunvieh | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **pp** | **Pp** | **PP** | **pp** | **Pp** | **PP** |
| **genom. Jungvererber** | 62,5 | 25,2 | 13,3 | 77,3 | 19,8 | 2,9 |

Zur Vereinfachung wurde für die Ist-Situation eine Genotypverteilung von 90 % pp und 10 % Pp bei den weiblichen Tieren angenommen. Auf der männlichen Seite werden 25 % der Besamungen mit Pp-Bullen, 15 % mit PP-Bullen und 60 % mit homozygot gehörnten Bullen (pp) durchgeführt. Abb. 1 zeigt die Entwicklung der Genanteile bei den Kühen, wenn sich der Anteil der Genotypen bei den Besamungen mit natürlich hornlosen Bullen auf 40 % Pp und 30 % PP in Generation 3 und auf 10 % Pp und 90 % PP in Generation fünf erhöht. Homozygot gehörnte Bullen (pp) werden dann nicht mehr eingesetzt. In Generation 3 besitzen dann noch etwas mehr als ein Drittel der Kühe den Genotyp pp, die Hälfte der Kühe Pp und ca. 13,5 % der Kühe den Genotyp PP. Zum Ende des Beo-bachtungszeitraums (Generation 5) gibt es nur noch wenige Kühe (2,4 %) mit dem homo-zygoten Genotyp pp und 47,3 % mit dem Genotyp Pp. Während aktuell nur ca. 10 % der Kühe phänotypisch natürlich hornlos sind, wären dies in Generation 3 ca. zwei Drittel und in Generation 5 fast 98 % aller Kühe.

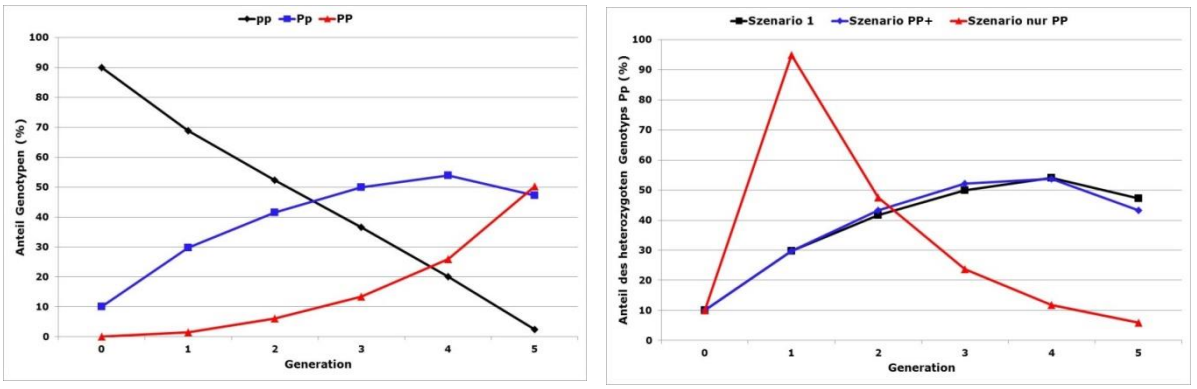



*Abb. 1+2: Entwicklung des Anteils der Kuhgenotypen in der Simulation sowie des heterozygoten Genotyps Pp bei steigendem Anteil an Besamungen mit homozygot hornlosen Bullen (Szenarien PP + und Szenario „nur PP“)*

In weiteren Simulationen wurde der Anteil von Hornlosbesamungen bis zu einem Szenario mit ausschließlicher Besamung mit PP-Bullen erhöht. Abb. 2 zeigt die Entwicklung des Anteils heterozygoter Kühe. Homozygot gehörnte Kühe gäbe es beim Szenario „nur PP“ nicht mehr und auch phänotypisch wären alle Kühe hornlos. Allgemein lässt sich aber feststellen, dass solange heterozygote Bullen eingesetzt werden, sich der Anteil Pp-Kühe in einem mittelhohen Gleichgewicht einpendelt. Erst wenn der Anteil PP sehr deutlich anwächst, geht das p-Allel in der Population verloren. Definiert man Generation mit dem Abstand von der Besamung eines Tieres bis zur Besamung seiner Nachkommen (2,5 Jahre) und unterstellt zufällige Anpaarung, dann würden mittelfristig (fünf Generationen) noch relativ viele Kühe mit dem p-Allel für eine „Rückkreuzung“ von homozygot gehörnten Bullen verfügbar sein.

## Möglichkeiten um die Verfügbarkeit gehörnter Genetik zukünftig sicherzustellen

In der konventionellen Zucht wird sich die Entwicklung der natürlichen Hornlosigkeit unvermindert fortsetzen und das Angebot an homozygot gehörnten Bullen weiter abnehmen. Wenn auch das rezessive p-Gen für Hornentwicklung mittelfristig nicht aus den Populationen verschwinden wird, müssen Betriebe oder Organisationen, die weiterhin mit gehörnten Kühen arbeiten wollen, schon jetzt über Alternativen nachdenken. Die Selektion, der Einsatz und Austausch von gehörnten Deckbullen kann für geeignete und gewillte Betriebe eine Möglichkeit sein, um unabhängig von Sperma aus konventionellen Zuchtprogrammen zu werden. Für Betriebe, die weiterhin die künstliche Besamung nutzen wollen, stehen auf der männlichen Seite aktuell noch ausreichend Sperma-Reserven gehörnter Bullen zur Verfügung. Längerfristig werden aber eigenständige Zuchtprogramme zur Erzeugung homozygot gehörnter Bullen notwendig sein. Gehörnte Bullen aus Zuchtprogrammen wie der Lebensleistungszucht, könnten dann z. B. durch Anbieter alternativer Genetik wie der EUNA (EUNA 2020) angeboten werden. Für diese Zuchtprogramme werden auf der weiblichen Seite mittelfristig noch Kühe mit dem p-Allel für eine „Rückkreuzung“ von homozygot gehörnten Bullen vorhanden sein.

## 4 Literaturverzeichnis

DEMETER (2020) Hörnertragende Rinder. Richtlinie, Ausnahmen und Übergangsregeln bei Demeter. https://www.demeter.de/sites/default/files/public/pdf/aktuell-demeter-kuehe-haben-hoerner-statement-199694.pdf. Zugriff am 24.01.20

EUNA (2020) Europäische Vereinigung für naturgemäße Rinderzucht (www.euna.info)

Scheper C (2017) Horntragende Rinderzucht sichern. Eine Status-Quo-Analyse der Zucht hornloser Milchrinder. Lebendige Erde (1): 30-33

Scheper C (2018) Horntragende Rinderzucht sichern. Lebendige Erde (5): 31-33

# Hörner im Laufstall – Herdenmanagement hat großen Einfluss

Ulrich Mück

Demeter Erzeugerring e.V.

## Zusammenfassung

Über 90 % der Öko-Milchviehbetriebe enthornen oder halten genetisch hornlose Milchkühe. Die genetische Ressource „Horn“ ist in einigen Rinderrassen bedroht. Es wurden 39 Öko-Betriebe mit Laufställen und horntragenden Kühen von 2014 bis 2019 untersucht und durch Beratung begleitet. Herdensituation, Stalleinrichtung, Herdenmanagement und hornbedingte Schäden an den Tieren wurden erhoben. Die Ergebnisse zeigen, dass die Haltung horntragender Milchkühe unter dem Gesichtspunkt Tierwohl möglich ist. Ungünstige stallbauliche Voraussetzungen können durch Management-Maßnahmen des Tierhalters kompensiert werden. Auf Grundlage der wissenschaftlichen Ergebnisse und unter Einbezug von Beratungs- und Praktikererfahrungen wurden Empfehlungen für die Haltung horntragender Milchkühe in Laufställen herausgegeben.

## Abstract

More than 90 % of organic dairy farms keep disbudded or polled dairy cows. The genetic resource “horn” has become endangered in some cattle breeds. Between 2014 and 2019, 39 organic farms with loose housing systems and horned cattle were examined scientifically and supported by advisory activities. The herd, housing and management conditions were analysed. Horn-induced damage to the animals was determined. The results show that keeping horned dairy cows in loose housing systems is possible also with regard to animal welfare. The farmers have a great influence, as measures taken by the farmer can compensate disadvantageous stable constructions. Based on scientific data collection and taking into account both consulting and practical experience, recommendations for keeping horned dairy cows in loose housing systems have been developed.

## 1 Hintergrund

Der Bau von Laufställen und die Abkehr vom Haltungssystem „Anbindehaltung“ war Ausgangspunkt für die systematische Enthornung von Milchkühen. Die ab den Sechzigerjahren des letzten Jahrhunderts gebauten Laufställe waren – nach heutigem Verständnis – viel zu eng und entsprachen nicht den artspezifischen Bedürfnissen der Tiere (Tab. 1). In horntragenden Herden kam dies am Verhalten und an Verletzungen der Tiere besonders stark zum Ausdruck. Enthornung war deshalb über Jahrzehnte die Standardempfehlung der landwirtschaftlichen Beratung für die Haltung in Laufställen. Zuvor war die Haltung horntragender Rinder ein bedeutender Teil der gemeinsamen Kulturgeschichte von Rind und Mensch. Hörner sind zoologisch arteigene Organe des Hornträgers Rind.

Mittlerweile ist die Enthornung und, stark zunehmend, die Hornloszucht sowohl in konventionellen als auch in ökologischen Milchviehbetrieben weit verbreitet. Über 90 % der Milch-kühe sind enthornt oder genetisch hornlos. Einzig der Demeter-Anbauverband verbietet die Enthornung und die Haltung genetisch hornloser Milchkühe. In einigen Rinderrassen besteht die

Gefahr des Aussterbens horntragender Milchkühe „in vivo“ und der Verlust genetischer Ressourcen. Bedenken der LandwirtInnen gegenüber „Hörnern“ betreffen den Arbeitsschutz und hornbedingte Schäden an den Tieren. Außerdem sind der höhere Stallflächenbedarf von horntragenden Kühen und die daraus resultierenden höheren Kosten wesentliche Gründe gegen ihre Haltung. Spezifische (Stallbau-)Förderung für horntragende Milchkühe gibt es nicht. Nicht zuletzt sind die Auflagen der EU-Öko-Verordnung an die Durchführung der Enthornung, die Empfehlungen des Tierschutzes für Hornloszucht und die Ablehnung der Vermarktung horntragender Milchviehkälber durch den Viehhandel Gründe für den deutlich stärkeren Einsatz genetisch hornloser Zuchtstiere sowohl in Ökobetrieben als auch in konventionellen Betrieben.

Demgegenüber gibt es Öko-Milchviehhalter, die langjährig und erfolgreich horntragende Kühe im Laufstall halten. Enthornung oder Züchtung genetisch hornloser Rinder wird von ihnen als Eingriff in ein wichtiges Wesensmerkmal der Rinder empfunden und abgelehnt. Zudem wünschen viele VerbraucherInnen, dass die Unversehrtheit der Tiere und das Artmerkmal „Hörner“ bei Milchkühen erhalten bleibt. So verzeichnet die Milch von horntragenden Kühen starke Nachfrage nicht nur bei Demeter-Molkereien.

Aus Gesichtspunkten der Arbeitssicherheit erfordert die Haltung horntragender Kühe die Bereitschaft der Tierhalter sich selbst und die Mitarbeiter entsprechend im Umgang zu schulen. Aufmerksamkeit und Wertschätzung, Wissen über das Sozialverhalten, ruhiger Umgang und optimales Herdenmanagement sind Bedingungen geringer Unfall- und Verletzungsgefahr (Waiblinger *et al.* 2001) – dies gilt für horntragende ebenso wie für hornlose Rinder. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Haltung horntragender Milchkühe dann ohne ein höheres Verletzungsrisiko möglich ist.

Tab. 1: *Gesamtbewegungsfläche m²/Milchkuh in historisch beratenen und geförderten Laufställen*

| Jahr | Gesamtbewegungsfläche m²/Milchkuh | Relativ % | |
|---|---|---|---|
| **1985** | **3,6 m²** | **100** | Fressliegeboxen-Laufstall |
| **1995** | **~ 5 m²** | **139** | Liegeboxen-Laufstall |
| **2017** | **7 m²** (5,5 m² im Stall/ 1,5 m² Auslauf) | **194** | Stallbauförderung Bayern Mindestanforderung |
| **2018** | **~ 10 m²** | **278** | „Kuhkomfort“ konv. (u. a. Eilers *et al.* 2008) |
| **seit 1999 (Bio)** | **10,5 m²** (6 m²/ 4,5 m²) | **292** | EU-Öko-VO |
| **Horntragende Milchkühe** | **ca. 13 m²** (Empfehlung Projekt „Hörner im Laufstall“, Johns *et al.* 2019) | **361** | EU-Öko-VO + „Hörner“ (Kloeble *et al.* 2014 => Mehrbedarf Fläche 24 - 45 %) |

## 2 Forschungsprojekt „Hörner im Laufstall“

Das Projekt wurde von den Partnern Universität Kassel, Bioland und Demeter von 2014 bis 2019 unter Beteiligung von 39 Milchviehbetrieben in sechs Bundesländern durchgeführt (davon 23 in Bayern). Die Herden hatten unterschiedliche Anteile horntragender Kühe (2 - 100 %). Es wurden umfangreiche Daten zu Auseinandersetzungen zwischen den Tieren, Hautschäden, Blutmilch sowie Haltungs- und Managementbedingungen erfasst. Problembereiche wurden im engen Austausch zwischen BeraterInnen, PraktikerInnen und WissenschaftlerInnen in vier regionalen Erfahrungsgruppen diskutiert. Einzelbetriebliche Empfehlungen für Verbesserungsmaßnahmen wurden mitgeteilt, beraten und von vielen Betrieben umgesetzt.

## 3 Ergebnisse

Zwischen den Betrieben zeigten sich große Unterschiede. In der Winterperiode lag die Anzahl hornbedingter Hautschäden zwischen 0,3 und 25,4 pro Tier. Der Median betrug 6,6 (über drei Jahre; n = 39Betriebe) bzw. 7,1 (über vier Jahre; n = 20 Betriebe). Die Mehrzahl der Schäden waren haarlose Stellen (Median = 72 % bzw. 64 %). In der Sommerperiode mit Weidegang wurden deutlich weniger Hautschäden festgestellt (Median: 2,9, von 0,8 - 8,1 pro Tier, n = 21 Betriebe).
Die meisten verletzungsträchtigen Auseinandersetzungen zwischen den Tieren erfolgten im Fress- und Wartebereich sowie beim Austrieb aus dem Melkstand. Einige Management- und Haltungsbedingungen waren über alle Untersuchungsjahre und alle Betriebe mit weniger hornbedingten Hautschäden verbunden. Sie lassen sich drei übergeordneten Maßnahmenbereichen zuordnen:

**Reduzierung von Konkurrenzsituationen** (besonders beim Fressen)
*ad-libitum* Grundfuttervorlage
reine Heufütterung
geringe Kraftfuttermengen
gute Verteilung von Tränken, Bürsten, Lecksteinen und Kraftfutterstationen im Stall

**Förderung einer ruhigen Herde**
- Eingliederung neuer Tiere in die Herde als Einzeltier
- zusätzliche Beobachtung der Herde nach Eingliederung
- Beachtung rassebedingter Unterschiede (Holstein-Friesian-Kühe hatten mehr Schäden)

**Übersichtlichkeit für Kühe bieten**
- Optimale Tränkehöhe (60–90 cm)

Ein wichtiges Ergebnis war, dass auch Betriebe, die in einigen stallbaulichen Aspekten wie Gangbreiten oder Sackgassen nicht den Empfehlungen entsprachen, trotzdem erfolgreich horntragende Herden hielten – also mit nur sehr wenigen hornbedingten Schäden. In Bezug auf die Gesamtbewegungsfläche pro Milchkuh konnte zudem kein statistischer Zusammenhang zu den Schäden an den Tieren festgestellt werden. Gleichzeitig traten umso weniger hornbedingte Schäden auf, je mehr Empfehlungen erfüllt waren. Es kommt also weniger auf die Erfüllung einzelner Anforderungen an, sondern vielmehr auf die Gestaltung des Zusammenspiels zwischen Tieren, Haltung, Herdenmanagement und TierhalterInnen, mit dem Ziel einer ruhigen Herde. Entsprechende Herdenführung kann ungünstige stallbauliche Voraus-setzungen ausgleichen, erfordert allerdings meist zusätzliche Aufmerksamkeit und einen höheren Betreuungsaufwand.

## 4 Praxisempfehlungen

Konkurrenzsituationen und unzureichende Ausweichmöglichkeiten im Stall belasten Kühe mit und ohne Horn. Horntragende Kühe zeigen im Herdenverhalten aber deutlicher, wo Schwachstellen bestehen. Wer horntragende Kühe hält, ist in besonderem Maße gefordert, eventuelle Probleme, z. B. anhand vermehrter Hautschäden, frühzeitig zu erkennen. Auf Basis der Projektergebnisse „Hörner im Laufstall“ und ausgewählter Fachliteratur wurde ein „Werkzeugkasten für die Haltung horntragender Milchkühe im Laufstall“ entwickelt. Mit diesem können Landwirte und Berater, ausgehend von einem Eigencheck der Schäden an den Tieren, die einzelbetriebliche Situation ermitteln und in ein Ampelsystem einordnen. Durch Verhaltensbeobachtungen der Tiere im Stall können Risikoorte identifiziert, Verbesserungsmöglichkeiten ermittelt und konkrete Maßnahmen geplant werden. Der „Werkzeugkasten“ stellt allen Interessierten das dafür nötige Handwerkzeug zur Verfügung. Er bietet Checklisten für Haltungs- und Managementbedingungen, die den verschiedenen Stallbereichen zugeordnet sind, berücksichtigt Aspekte der Herdenführung (Umgang des Menschen mit den Tieren, Eingliederung neuer Tiere, Maßnahmen bei Einzeltieren, Zuchtauswahl) und ordnet mehr als 70 praxisorientierte „Stellschrauben“ in ein Ampelsystem ein (Abb. 1). Anhand von Praxisbeispielen und vielen Bildern werden Erläuterungen und Anregungen für konkrete Gestaltungs- und Verbesserungsmaßnahmen gegeben.

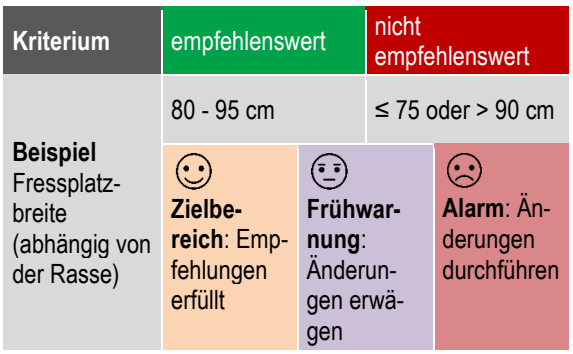



*Abb. 1: Ampelbeurteilung von Haltung und Management*

Es gibt viele Wege, um im Zusammenspiel von Mensch, Management und Haltung horntragende Kühe im Laufstall erfolgreich und tiergerecht zu halten.

## 5 Dank

Das Projekt „Hörner im Laufstall“ wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (Förderkennzeichen 2812NA104).

## 6 Literaturverzeichnis

Johns J, Mück U, Sixt D, Kremer H-J, Poddey E, Knierim U (2019) Werkzeugkasten für die Haltung horntragender Milchkühe im Laufstall – so geht’s. www.uni-kassel.de/go/werkzeugkasten

Johns J, Mück U, Knierim U, (2019) Auswirkungen von Haltungs- und Management-bedingungen auf hornbedingte Schäden bei behornten Milchkühen im Laufstall. https://org-prints.org/36193/

Knierim U, Irrgang N, Roth BA (2015) To be or not to be horned – Consequences in cattle. Livestock Science (179): 29-37

Mück U (2015) Die Kosten der Hörner. Lebendige Erde (06): 30-31

Mück U (2018) Rang und Vorrechte bei Rindern. Ein Blick auf Herde und Herden-führung. Lebendige Erde (02): 34-36

Mück U (2018) Horntragende Milchkühe im Laufstall. Der Einfluss von Stall und Herdenführung. Lebendige Erde (03): 30-33

Mück U (2018) Horntragende Milchkühe im Laufstall. Einzelbetriebliche Gestaltungsmöglichkeiten. Lebendige Erde (04): 33-36

Waiblinger S *et.al.* (2001) in ÖKL Merkblatt 100 „Haltung von behornten Rindern“

# Ferkelkastration unter Narkose – Praxistauglichkeit und Verbesserungsansätze

Werner Hagmüller, Harald Mader, Paul Schwediauer, Andrea Ladinig

HBLFA Raumberg-Gumpenstein,
Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere,
Außenstelle Thalheim/Wels

## Zusammenfassung

Seit 1. Juli 2018 wird bei Lieferanten der Bioschwein Austria VertriebsgmbH auf die betäubungslose Ferkelkastration verzichtet. Um die Praxistauglichkeit der Generalanästhesie mittels Ketamin und Azaperon zu überprüfen, wurden auf 14 Biobetrieben Daten zur Anästhesiequalität erhoben. Am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere wurden 405 Tiere unter Narkose kastriert, von denen ein Teil Butorphanol als zusätzliches Schmerzmittel zur Ketamin/Azaperon Anästhesie verabreicht bekam. Zwischen den Praxisbetrieben variierte die Narkosequalität stark. Auf vier der insgesamt 14 Betriebe konnten bei mehr als 80 % der Ferkel ausreichende Anästhesie festgestellt werden. Insgesamt war das aber nur bei 59 % der intramuskulär (i.m.) anästhesierten Ferkel und 73 % der intravenös (i.v.) anästhesierten Ferkel der Fall. Tiere mit einem engen Ketamin/Azaperon Verhältnis zeigten signifikant weniger Abwehrbewegungen als Tiere mit einem weiten Mischungsverhältnis. Durch Zugabe von Butorphanol konnte die Anzahl der Ferkel mit Abwehrbewegungen im Vergleich zur reinen Ketamin/Azaperon Narkose signifikant gesenkt werden.

## Abstract

To avoid boar taint, male piglets are routinely castrated in Austria. Since 1 July 2018, farmers who sell their fatteners via Bioschwein Austria VertriebsgmbH have been using anaesthesia with ketamin and azaperone for castration. This paper examines the practicability of piglet castration with general anaesthesia. 14 farmers were visited to gather information on anaesthetic quality. In addition, 405 piglets were castrated with general anaesthesia at the Institute of Organic Farming and Farm Animal Biodiversity. Part of the piglets were administered butorphanol to fortify ketamine/azaperone anaesthesia. Anaesthetic quality varied considerably between farms. Only 4 out of 14 farms showed more than 80 % of piglets with satisfactory anaesthesia. In total, 59 % of intramuscularly administered and 73 % of intravenously administered piglets showed satisfactory anaesthesia. Animals with a narrow ketamine/azaperone ratio showed fewer defensive movements than piglets with a wide ratio. Mitigation of pain could be enhanced significantly by the addition of butorphanol when compared to anaesthesia with ketamin and azaperone.

## 1 Einleitung

Zur Vermeidung des Geschlechtsgeruches werden Ferkel in Österreich routinemäßig kastriert. Seit Oktober 2017 sind alle Ferkelerzeuger verpflichtet, bei der Kastration wirksame Schmerzmittel einzusetzen (vgl. 1. THVO 2017). Seit 1. Juli 2018 verzichten

Lieferanten der Bioschwein Austria VertriebsgmbH auf die betäubungslose Ferkel-kastration und führen diese Maßnahme unter Generalanästhesie durch. Die Praxistauglichkeit dieser Allgemeinanästhesie mittels Ketamin und Azaperon wurde auf 14 Bio-betrieben untersucht (nachfolgend als Praxisuntersuchung bezeichnet). Dabei wurden sowohl Aspekte der Narkosequalität bewertet als auch der Einfluss des Mischungsverhältnis von Ketamin : Azaperon analysiert.

Ketamin ist bei viszeralen Schmerzen wenig (Löscher *et al.* 1999) und Azaperon wenig bis gar nicht analgetisch wirksam (Holzchuh und Cremonesi 1991). Bei alleiniger Gabe von Ketamin und Stresnil liegt der Anteil chirurgisch toleranter Tiere deshalb häufig unter 70 % (Czech 2008, Leeb *et al.* 2008, Rintisch 2010). Intravenöse Gabe führte bei einem höheren Anteil der Tiere zu chirurgischer Toleranz (Minihuber und Hagmüller 2013). Durch Zugabe eines Opioids (Butorphanol) konnte Nussbaumer (2012) eine sehr gute analgetische und anästhetische Wirkung erzeugen (86 % der Tiere ohne Abwehr-bewegungen und Exzitationen in der Aufwachphase). Der Einfluss eines Opioids auf die Narkosequalität während der Ferkelkastration wurde an 405 Ferkeln untersucht, die am Institut für Biologische Landwirtschaft der HBLFA Raumberg-Gumpenstein kastriert wurden (im Weiteren als Exaktversuch bezeichnet).

## 2 Material und Methoden

**Praxisuntersuchung**: Zur Beschreibung der aktuellen Narkosepraxis wurden 14 Bio-betriebe ausgewählt. Bei einem einmaligen Besuch wurde darauf geachtet, keinen Einfluss auf die von den Landwirten vorgegebenen Abläufe zu nehmen. Tierärzte wurden nach ihrem geplanten Mischungsverhältnis Ketamin/Azaperon befragt. Die Ferkel wurden im Durchschnitt mit drei Wochen kastriert (ø 6 kg), intramuskulär injizierte Ferkel (n = 244) wurden im Durchschnitt nach 16 Minuten kastriert, intravenös injizierte Ferkel nach 11 Minuten. 79 % der Betriebe legten die Tiere nach der Kastration zum Aufwachen ins Ferkelnest. Durch Wiegen der Tiere nach der Kastration konnten die Untersucher feststellen, welche Dosis das jeweilige Ferkel tatsächlich erhalten hatte. Zur Beurteilung der Narkosequalität wurden bei 333 Ferkeln Abwehrbewegungen und Vokalisation während des Eingriffes nach einem leicht veränderten Scoring von Kupper und Spring (2008) beurteilt. Für beide Parameter wurde ein Score mit vier Abstufungen verwendet. Abwehr-bewegungen wurden als 1: keine Abwehr, 2: unbewusste Reflexe, 3: mehrere Bewegungen und 4: starke Bewegungen beurteilt. Bei der Vokalistation waren 1: keine Vokal-isation, 2: schwache Vokalisation, 3: gehäufte starke Vokalisation und 4: durchgehende starke Vokalisation. Die Aufwachphase wurde 60, 90, 120 und 150 Minuten nach Narkoseeinleitung beurteilt. Der Vergleich der verschiedenen Dosiskombinationen von Ketamin und Azaperon und deren Einfluss auf Abwehrbewegungen und Vokalisation wurde mithilfe des Kruskal-Wallis-Tests durchgeführt. Für die Darstellung des Einflusses der Ketamin- und Azaperondosis auf die Aufwachphase wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt.

**Exaktversuch**: In einem ersten Experiment wurden Ferkel mit 15 mg/kg Ketamin und 5 mg/kg Azaperon narkotisiert (15/5 mg/kg), eine zweite Gruppe bekam zusätzlich 0,2 mg/kg Butorphanol (15/5/0,2 mg/kg). In der dritten Gruppe war der Anteil an Ketamin und Azaperon in der Wirkstoffmischung mit Butorphanol um 20 % reduziert (12/4/0,2 mg/kg). In einem zweiten Experiment wurde der Anteil an Azaperon in diesen drei Gruppen im Vergleich zu Experiment 1 jeweils um 60 % verringert (Ketamin/Azaperon bzw. Ketamin/Azaperon/Butorphanol: 15/2; 15/2/0,2; 12/1,6/0,2 mg/kg). Insgesamt

wurden 405 Ferkel an Lebenstag 22 (±5) mit 6,3 kg (±1,7) kastriert. Die Wirkstoffe wurden einzeln intramuskulär in die Nackenmuskulatur injiziert und die Ferkel nach durchschnittlich 29±5 Minuten mit dem Skalpell kastriert. Zur Beurteilung der Narkosequalität wurde ein dreistufiger Score verwendet (Bewegung/Lautäußerung: 0 - keine 1 – leichte, 2 – starke). Die Verhaltensparameter zur Schmerzbeurteilung (Abwehrverhalten, Vokalisation) wurden in SAS 9.4 (SAS Institute Inc.) mittels Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede untersucht und die Versuchsgruppen bei statistischer Signifikanz ($p < 0,05$) nach Bonferroni-Holm-Korrektur paarweise mittels Wilcoxon-Rangsummentest-Test ver-glichen. Zur Linderung postoperativer Wundschmerzen wurden alle Ferkel nach der Kastration mit Meloxicam (Metacam®) behandelt und für 1,5 bis 2 Stunden im beheizten Ferkelnest separiert.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

**Praxisuntersuchung**: 68 % aller beobachteten Ferkel zeigten keine oder lediglich geringe Abwehrbewegungen (Score 1 oder 2). 32 % wurden mit Score 3 oder 4 bewertet. Bei 78 % der Ferkel wurde keine bzw. schwache Vokalisation festgestellt (Score 1 oder 2), 22 % zeigten gehäuft oder durchgehend starke Lautäußerungen. Verknüpft man Abwehr und Vokalisation, so verbleiben 62 % der Tiere mit guter Narkosequalität, d. h., kein Score war über 2. Ein signifikanter Einfluss auf die Narkosequalität besteht sowohl von Seiten der Applikationsart (intramuskulär oder intravenös) als auch vom Mischungsverhältnis von Ketamin und Azaperon. Intravenös injizierte Ferkel konnten zu 73 % als ausreichend anästhesiert beurteilt werden, bei intramuskulärer Verabreichung waren dies nur 59 %. Ferkel mit einem Mischungsverhältnis von 1:1 zeigten signifikant weniger Abwehr-bewegungen und Vokalisationen als Ferkel, die mit einem Mischungsverhältnis von 3:1 narkotisiert worden waren ($P > 0,0001$). Umgekehrt war die Aufwachphase von Ferkeln mit einem Mischungsverhältnis von 1:1 und 2:1 signifikant verlängert im Vergleich zu Ferkeln mit einem Mischungsverhältnis von 3:1. Konnten bei intramuskulärer Gabe und einem Mischungsverhältnis von 3:1 nach 150 Minuten bereits 89 % der Ferkel koordiniert gehen, waren dies bei 2:1 nur 27 % und bei 1:1 0 %. Die intravenöse Gabe führte in allen Gruppen zu kürzeren Nachschlafzeiten. Der Einfluss der Kastrationsmethode auf sichtbare Blutungen war signifikant. 89 % der Ferkel, bei denen der Samenstrang mittels Emaskulator gequetscht worden war und 26 % der Ferkel mit scharf durchtrenntem Samenstrang zeigten keine oder nur leichte Blutungen.

**Exaktversuch**: Im ersten Experiment zeigten 62 % der mit Ketamin und Azaperon (15/5) narkotisierten Ferkel keine Abwehrbewegungen. Nach Zugabe von 0,2 mg/kg Butorphanol stieg dieser Anteil auf 94 %. Die Reduktion auf 12 mg/kg Ketamin und 4 mg/kg Azaperon führte zu einem geringgradigen Anstieg der Tiere mit deutlichen und schwachen Abwehrbewegungen, dieser Anstieg war jedoch nicht signifikant. Das zweite Experiment mit deutlich verringerter Azaperondosis erbrachte ähnliche Ergebnisse. Eine zusätzliche Reduktion der Ketamin und Azaperondosis (12/1,6) führte zu signifikanter Zunahme der Tiere mit starken Abwehrbewegungen und Vokalisation (Tabelle 1).

Tab. 1: *Anteil an Tieren mit Abwehrbewegungen (Score 0-2) und Vokalisationen (Score 0-2) in Experiment 1 und Experiment 2 (60 % Verringerung der Menge an Azaperon). Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich im paarweisen post-hoc Vergleich statistisch signifikant*

| **Schmerzparameter** | **Score** | **Experiment 1** | | | | **Experiment 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Ket/Aza* 15/5**** | **Ket/Aza/But 15/5/0,2** | **Ket/Aza/But 12/4/0,2** | **p***** | **Ket/Aza 15/2** | **Ket/Aza/But 15/2/0,2** | **Ket/Aza/But 12/1,6/0,2** | **p***** |
| Abwehr | 0 (Keine) | 23,2 | 73,5 | 66,7 | < 0,0001 | 24,2 | 75,0 | 58,5 | < 0,0001 |
| | 1 (Gering) | 39,1 | 20,6 | 24,6 | | 45,5 | 15,6 | 18,4 | |
| | 2 (Deutlich) | 37,7 | 5,9 | 8,7 | | 30,3 | 9,4 | 23,1 | |
| | | a | b | a | | a | b | c | |
| Vokal-i-sation | 0 (Keine) | 52,2 | 82,3 | 75,4 | 0,0002 | 48,5 | 73,4 | 60,0 | 0,022 |
| | 1 (Gering) | 33,3 | 16,2 | 15,9 | | 34,8 | 17,2 | 24,6 | |
| | 2 (Deutlich) | 14,5 | 1,5 | 8,7 | | 16,7 | 9,4 | 15,4 | |
| | | a | b | a | | a | b | b | |

Eine Beeinflussung der Länge des Nachschlafes konnte durch die Zugabe von Butorphanol nicht festgestellt werden. Die Verringerung der Azaperonmenge um 60 % (Experiment 2) verkürzte die Dauer der Aufwachphase deutlich.

## 4 Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen der Praxisuntersuchung lässt sich ableiten, dass einzelne Betriebe die Kastration unter Narkose gut beherrschen. Von den 333 Ferkeln wachte eines nicht mehr aus der Narkose auf, drei weitere verendeten am nächsten Tag. Ein Zusammenhang mit der Kastration kann vermutet werden, die tatsächliche Verlustursache konnte jedoch nicht näher geklärt werden. Eine erhöhte Dosis des Sedierungsmittels Azaperon führte zu verringerten Abwehrbewegungen und Vokalisation, verlängerte aber gleichzeitig die Nachschlafdauer. Durch Zugabe eines Opioids sinkt der Anteil an ungenügend narkotisierten Ferkeln deutlich. Der Nachschlaf wird durch Butorphanol kaum beeinflusst. Da Butorphanol in Österreich nur bei Pferden, Hunden und Katzen zugelassen ist, müsste eine tierärztliche Umwidmung vor der möglichen Anwendung beim Ferkel erfolgen.

## 5 Literaturverzeichnis

1. THVO (2017) Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen (1. Tierhaltungsverordnung) StF: BGBl. II Nr. 485/2004 idF BGBl. II Nr. 151/2017

Czech B (2008) Ethologische Bewertung der intravenösen Allgemeinanästhesie bei der Ferkelkastration. Diss. Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin. Veterinärmedizinischen Universität Wien

Holzchuh MP, Cremonesi E (1991) Anaesthesia in pigs. Analysis of Azaperone and Etomidate effects separately and in association. Vet Anaesth Analg (18): 197–199

Leeb C, Gößler C, Czech B & Baumgartner J (2008) Experiences with intravenous general anaesthesia for surgical castration of pigs. Proceedings of the 59th Conference of the European Association for Animal Production (EAAP), Vilnius

Kupper T & Spring P (2008) Projekt Pro Schwein Synthesebericht

Löscher W, Ungemach FR & Kroker R (1999) Pharmakotherapie bei Haus- und Nutz-tieren. Pharmaka mit Wirkung auf das Zentralnervensystem, 67-83. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien

Minihuber U & Hagmüller W (2013) Erfahrungen mit der intravenösen Allgemeinanästhesie mittels Ketamin/Azaperon bei der chirurgischen Ferkelkastration. In: 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, Bonn. https://orgprints.org/21383/ (zuletzt abgerufen am: 10.03.2020).

Nussbaumer I (2012) Castration of piglets under general anaesthesia: a possible approach. Veterinary Science Development (2): 43–44

Rintisch U (2010) Analgesiemonitoring bei der Ketamin-Azaperon-Allgemeinanästhesie der Schweine unter besonderer Berücksichtigung des Nozizeptiven Flexorreflexes (bzw. RIII-Reflex). Diss. Klinik für Klauentiere des Fachbereichs Veterinärmedizin. Freie Universität Berlin, Berlin

# Futteraufnahmeverhalten von Sauen und Ferkeln in freien Abferkelsystemen

Paul Schwediauer, Ulrike Minihuber, Markus Gallnböck, Herbert Messner, Victoria Riffert, Werner Hagmüller

HBLFA Raumberg-Gumpenstein,
Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere,
Außenstelle Thalheim/Wels

## Zusammenfassung

Beifütterung während der Säugezeit ist eine wichtige Maßnahme, um die Ferkel auf das Absetzen vorzubereiten und geringe Milchleistungen der Muttersau auszugleichen. An 917 Ferkeln wurde erhoben, wann, wie häufig und wo (Ferkelfressplatz oder Sauentrog) in zwei freien Abferkelsystemen (Einzelhaltung) und einer Gruppensäugebucht die Jungtiere Festfutter aufnehmen. Ab dem 17. (±1,8) Lebenstag der Ferkel wurde beigefüttert, relevante Mengen wurden ab dem 29. Lebenstag (Einzelhaltung) bzw. dem 35. Lebenstag (Gruppensäugen) aufgenommen. Am Beginn der Beifütterungsphase blieben die Ferkel überwiegend für weniger als eine Minute Dauer am Fressplatz. Erst am Ende der Versuchsperiode blieben sie für fünf bis zehn Minuten. Über alle Buchtentypen hinweg wurden Ferkel annähernd gleich häufig am Sauentrog beobachtet wie am speziell dafür ausgestalteten Fressplatz der Ferkel. Dieser wurde im Gruppensäugen am besten genutzt. In diesem System war auch die Futteraufnahme der Ferkel am höchsten. Die Ergebnisse sollen zur Entwicklung eines noch besser an die Bedürfnisse der Tiere angepassten Fressplatzes beitragen.

## Abstract

To compensate for shortages of sow milk and to prepare the piglets for weaning, supplementation of creep feed is common practice. We investigated when piglets (917) began to consume the supplemented feedstuff, the quantities they consumed and their usage of two different locations for feeding (piglet feeding area, trough of sow) in two single farrowing systems and one group suckling pen. Creep feeding began when the piglets reached their 17th (±1,8) day of live, they began consuming relevant amounts of creep feed on day 29 (single farrowing) and day 35 (group farrowing). In week one, visits of half a minute to one minute were most prevalent, whereas in week four, visits of five to ten minutes became more frequent. Overall, the prevalence of piglets visiting their especially designed creep feeding place was just as high as of piglets visiting the trough of the sow. Creep feed intake was highest in the group suckling pen. In this system, the piglets mainly visited the creep feeding area. The results encourage to further adjust the feeding place to the needs of the animals.

## 1 Einleitung

Frühzeitige Futteraufnahme kann dazu beitragen, häufig mit dem Absetzen assoziierte Probleme zu reduzieren: An Ferkeln, die am ersten Tag nach dem Absetzen (7 Wochen Säugezeit) mehr als 200 g Futter fraßen, beobachteten Sørensen *et al.* (2008) weniger Durchfall. Dies sind meistens jene Ferkel, die bereits in der Säugezeit Beifutter auf-nehmen (Bruininx

*et al.* 2001). Ob und wieviel Beifutter ein Ferkel konsumiert, hängt von einer Vielzahl intrinsischer und extrinsischer Faktoren ab (Bøe & Jensen 1995, Pajor *et al*. 1991). Es ist anzunehmen, dass es zwischen verschiedenen Abferkelbuchten Unterschiede in der Nutzung des Ferkelfressplatzes und daraus folgend der Beifutteraufnahme gibt.

## 2 Material und Methoden

In vier Welser Abferkelbuchten, vier WelCon Abferkelbuchten und einer Gruppensäugebucht, wurden Daten zur Futteraufnahme und Fressplatznutzung von 96 Würfen (917 abgesetzte Ferkel) erhoben (Abb. 1). Die Tiere wurden zweimal täglich gefüttert (6 und 12 Uhr). Der Ferkelstarter (Pellets) wurde am Boden des dafür vorgesehenen Fress-bereiches vorgelegt. Der Futterverbrauch der Sauen wurde individuell, jener der Ferkel auf Buchtenebene erhoben. In einer der WelCon Buchten war zwischen Ferkelfressplatz und Sauentrog ein Sichtfenster eingebaut, welches durch ein Paneel geöffnet und geschlossen werden konnte. Über den Fressplätzen waren Kameras angebracht, die Aufzeichnungen (11 bis 13 Uhr sowie 16 bis 18 Uhr, immer montags) wurden von drei Beobachtern ausgewertet (Kappa > 0,8). Signifikanztests wurden auf Grundlage der aggregierten Häufigkeiten individueller Tiere (Besuche/Tier/Tag) in SAS durchgeführt. Futterverbrauch der Ferkel, Einfluss des Sichtkontaktes, Futterverbrauch der Sauen sowie Lebendmasse der Ferkel wurden in SAS 9.4 mittels Prozedur MIXED analysiert.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die durchschnittliche Lebendmasse der Ferkel am Tag des Absetzens (zwischen 37. und 50. Lebenstag) war mit 11,9 kg in der Variante Welser Bucht statistisch signifikant höher als in den übrigen Gruppen. Diese unterschieden sich auch untereinander nicht statistisch signifikant. Durchschnittlich besuchte ein Ferkel (in den zwei beobachteten Zeiträumen von 11 bis 13 Uhr sowie von 16 bis 18 Uhr) den Fressplatz viermal und für eine Dauer von durchschnittlich 1,2 Minuten pro Besuch.

Der Anteil kürzerer Besuche war am ersten Beobachtungstag höher als am letzten: Am Beginn der Beifütterung schienen die Ferkel den neu zugänglichen Bereich häufig eher kurz zu erkunden und ihn erst am Ende der Säugezeit auch für längere Fresszeiten zu nutzen. Die höchste Anzahl an Fressplatz-Besuchen pro Ferkel wurde in WelCon Buchten beobachtet und erklärt sich durch die kleinere Fläche die pro Tier zur Verfügung stand: In Welser-Buchten (12,5 m²) hatte ein Ferkel im Schnitt 1,24 m² Platz, im Gruppensäugen 1,38 m² (55 m², 4 Sauen). In WelCon Buchten (6,5 m²) hingegen wurde den Tieren nur 0,66 m²/Tier angeboten. In diesem System dehnten die Ferkel ihren Aktivitätsbereich deshalb auch auf den Fressplatz aus. Ferkel der Variante Welser Bucht + Gruppensäugen nahmen am Ende der Beifütterungszeit das meiste Futter auf (3-Tages-Futterverbrauch: 230,9 g/Tier), in WelCon Buchten fraßen die Tiere im gleichen Zeitraum 110 g/Tier Ferkelfutter und in Welser Buchten nur 37 g/Tier. Mit 10,6 Minuten/Tier/Durchgang verbrachten Ferkel im Gruppensäugen durchschnittlich die längste Zeit am Ferkelfressplatz. Der Fressplatz der Welser Buchten wurde mit 2,5 Minuten/Tier/Durchgang am wenigsten genutzt. In den Einzelhaltungssystemen wurden die Ferkel etwa gleich häufig (WelCon) bzw. häufiger (Welser) am Trog der Muttersau beim Fressen beobachtet (Abb. 1). Bei 10 von 24 Würfen war der Sichtkontakt im Bereich des Fressplatzes zwischen Muttersau und Ferkel gegeben, hatte aber keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Futter-aufnahme bzw. den Futterverbrauch der Ferkel ($p = 0,290$).

Wird eine Abferkelbucht konzeptioniert, fließt viel Zeit und Energie in die funktionelle Gestaltung. Der Bereich soll für Tier und Betreuer einfach zugänglich sein, das Futter ansprechend präsentiert werden und jedes Ferkel soll ausreichend Platz finden. Diese Bemühungen um einen definierten Ferkelfressplatz scheinen im Licht der Ergebnisse hinterfragbar: Die Ferkel wurden ähnlich häufig am Trog der Muttersau beobachtet, einem Fressplatz der in keiner Form den Kriterien eines „optimalen Ferkelfressplatzes" entspricht.

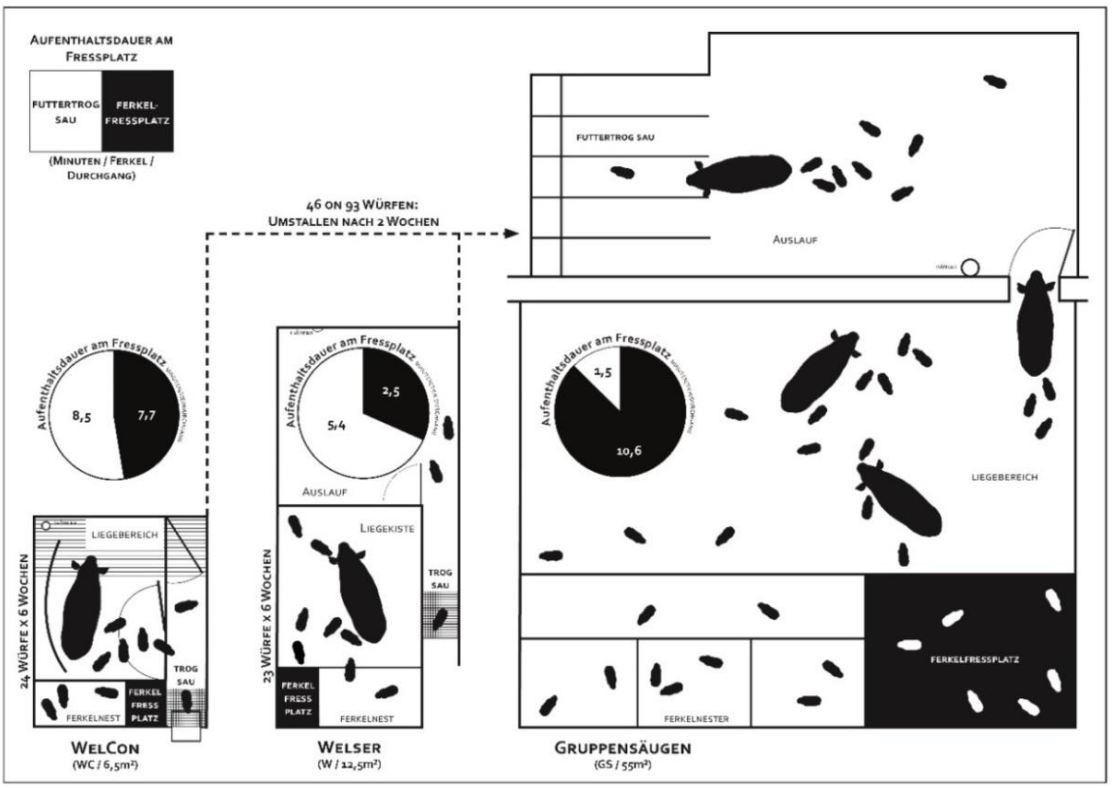



*Abb. 1: Versuchsdesign und Aufenthaltsdauer der Ferkel am Futtertrog der Sau bzw. Ferkelfressplatz (Minuten/Tier/Durchgang).*

Oostindjer *et al.* (2011) zeigten, dass Ferkel in ihrem Futteraufnahmeverhalten von der Muttersau beeinflusst werden. Auch wenn sie den Sauenfressplatz nicht erreichen, sondern nur beobachten konnten, zeigten Ferkel Interesse am Futter, das die Sau fraß. Bekamen sie nach drei Tagen Zugang zum Fressplatz der Sau, begannen sie schneller davon zu fressen und nahmen größere Mengen an Futter auf als Ferkel, die niemals die Sau beim Fressen beobachten konnten. Ein weiterer Grund für die häufigen Besuche am Sauenfressplatz könnte in der sensorischen Qualität des Futters liegen. Ein starker Drang zur Exploration und sensorische Sättigung tragen dazu bei, dass auch eine vielfältige Diät und verschiedene Futterquellen die Futteraufnahme stimulieren können: Ferkel nahmen größere Mengen an Beifutter auf, wenn zusätzlich zum üblichen Ferkelstarter ein zweites, unterschiedliches Futtermittel angeboten wurde (Middelkoop *et al.* 2018). Das Futter der Sau unterscheidet sich in Inhaltsstoffen und Rezeptur meistens stark vom angebotenen Ferkelstarter, was für manche Tiere ein zusätzlicher Anreiz zur Futteraufnahme am Sauenfressplatz gewesen sein könnte.

Generell scheint nur eine begrenzte und sehr variable Zahl an Ferkeln noch vor dem Absetzen Festfutter aufzunehmen: Pajor *et al.* (1991) berichten Unterschiede von 13 g bis 1911 g an

aufgenommenem Ferkelstarter/Tier im Zeitraum von Beginn der Beifütterung (Laktationstag 10-28, Ø 12) bis zum Absetzen an Tag 28. Middelkoop *et al*. (2018) fanden zwischen 4,8 % bis 18,9 % sogenannte „non-eaters“, Ferkel also, die den Ferkelfressplatz nie aufsuchten.

Auch im vorliegenden Versuch zeigten sich Unterschiede im individuellen Fressverhalten, maximal 75 % der Tiere wurden während der beobachteten Intervalle an einem Tag am Fressplatz beobachtet. Ziel einer optimalen Vorbereitung auf die Umstellung von flüssiger auf feste Nahrung sollte es somit nicht nur sein, die Menge an aufgenommenem Festfutter zu erhöhen. Besonders jenen Ferkeln, die kein Futter aufnehmen, sollte rund ums Absetzen erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

## 4 Schlussfolgerung

Die Beifütterung der Ferkel begann durchschnittlich am 17. Lebenstag der Tiere, größere Mengen an Futter wurden durchschnittlich ab dem 35. Lebenstag aufgenommen. Am Beginn der Beifütterung nutzen die Ferkel den neu zugänglichen Bereich nur für kurze Besuche und erst am Ende der Säugezeit auch für längere Fresszeiten. Der Sichtkontakt zwischen dem Fressplatz der Sau und dem Fressplatz der Ferkel hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme der Ferkel. Dennoch wurden die Ferkel beinahe gleich häufig am Trog der Sau beobachtet. Junge Schweine scheinen bevorzugt gemeinsam mit der Muttersau zu fressen. Diese Erkenntnisse tragen dazu bei, einen noch besser an die Bedürfnisse der Tiere angepassten Fresstand zu gestalten, um die Ferkel besser auf das Absetzen vorzubereiten.

## 5 Literaturverzeichnis

Bøe K & Jensen P (1995) Individual differences in suckling and solid food intake by piglets. Applied Animal Behaviour Science (42): 183-192

Bruininx E M A M, Binnendijk G P & van der Peet-Schwering C M C (2002) Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group housed pigs. Journal of Animal Science (80 (6)): 1413 – 1418

Middelkoop A, Choudhury R, Gerrits W J J, Kemp B, Kleerebezem M & Bolhuis J E (2018) Dietary diversity affects feeding behaviour of suckling piglets. Applied Animal Behaviour Science (205): 151-158

Oostindjer M, Bolhuis J E, Mendl M, Held S, Van den Brand H & Kemp B (2011): Learning how to eat like a pig: effectiveness of mechanisms for vertical social learning in piglets. Animal Behaviour (82): 503-511

Pajor E A, Fraser D & Kramer D L (1991) Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. Applied Animal Behaviour Science (32 (2–3)): 139-155

Sørensen M T, Vestergaar EM, Jensen S K, Lauridsen C & Højsgaard S (2009) Performance and diarrhoea in piglets following weaning at seven weeks of age: Challenge with E. coli O 149 and effect of dietary factors. Livestock Science (123): 314-321

# Einfluss von Verhaltensmerkmalen und Wurfeigenschaften auf eine erfolgreiche Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau

Elisabeth Sinz[1], Simone Helmreich[1], Sabine Obermaier[1], Ute Knierim[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften,
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der Merkmale Ferkelvitalität, Wurfhomogenität, Nestbauverhalten, Abliegeverhalten und Verteidigungsverhalten gegenüber dem Menschen auf bestimmte Merkmale der Aufzuchtleistung (Anzahl aufgezogener Ferkel, Ferkelverluste gesamt und durch Erdrücken) untersucht. Auf elf Öko-Ferkel-erzeugerbetrieben in Bayern wurden dazu Mutter- und Wurfeigenschaften im Zeitraum von Juni 2018 bis August 2019 erfasst. Muttersauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten wiesen einen reduzierten Anteil tot geborener Ferkel auf. Sauen, die sich aufmerksam und kontrolliert ablegten, erdrückten weniger Ferkel. Außerdem hatten die Ferkelvitalität und Wurfhomogenität einen hochsignifikanten Einfluss auf die Anzahl aufgezogener Ferkel. Bei vitalen Würfen wurden 0,60 Ferkel mehr aufgezogen, bei homogenen Würfen erhöhte sich die Anzahl aufgezogener Ferkel um 0,58 Ferkel. Das Verteidigungsverhalten der Sau hatte keinen signifikanten Effekt auf die Aufzuchtleistung.

## Abstract

In this study, the impact of the parameters litter quality, nesting, lying down behaviour and defensive behaviour toward humans on reproductive performance (number of weaned piglets, piglet losses in total and by crushing) was investigated. Maternal and litter traits were documented on eleven organic piglet producing farms from June 2018 until August 2019. The probability of stillborn piglets was reduced for sows building a nest. Sows that lay down carefully and in a controlled way crushed less piglets. Furthermore, the vitality and homogeneity of the litter had a highly significant effect on the number of weaned piglets. When the piglets were vital, the number of weaned piglets increased by 0.60, when the litter was homogenous, the number of weaned piglets increased by 0.58. Defensive behaviour of the sow had no significant effect on reproductive performance.

## 1 Einleitung

Der Erfolg der Ferkelerzeugung im ökologischen Landbau hängt entscheidend von der Aufzuchtleistung (Anzahl abgesetzter Ferkel pro Sau und Jahr) und damit von der Überlebensrate der Ferkel ab (Weiß & Uhl 2011). Die meisten Verluste treten in den ersten drei Tagen post partum (pp) auf. Hauptverlustursache ist das Erdrücken von Ferkeln durch die Muttersau (Dyck & Swierstra 1987, Edwards *et al.* 1994). Das größere Platzangebot und die erweiterte Haltungsumwelt, wie sie in der ökologischen Sauenhaltung vorzufinden sind,

stellen bestimmte Anforderungen an Tier und Mensch und rücken spezifische Eigenschaften der Sau und ihres Wurfes zusätzlich in den Vordergrund. So finden auch Eigenschaften der Sau wie Nestbauverhalten, maternales Verhalten, das Verhalten gegenüber dem Menschen und die Ferkelvitalität zunehmend Beachtung (Appel 2012, Baxter *et al.* 2011, Hellbrügge 2007, Wischner *et al.* 2009).

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss dieser Merkmale (Nestbauverhalten, Abliegeverhalten, Verteidigungsverhalten, Wurfqualität) auf bestimmte Merkmale der Aufzuchtleistung untersucht. Dabei wurden folgende Hypothesen geprüft:

- Sauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten haben einen geringeren Anteil tot geborener Ferkel.
- Eine hohe Homogenität des Wurfes und eine hohe Ferkelvitalität beeinflussen die Anzahl aufgezogener Ferkel positiv.
- Muttersauen, die Vorabliegeverhalten (VAV) zeigen und sich kontrolliert ablegen, erdrücken prozentual weniger Ferkel.
- Sauen, die ihre Ferkel besonders stark gegenüber dem Menschen verteidigen („aggressive Sauen"), erzielen eine höhere Anzahl aufgezogener Ferkel als „umgängliche Sauen".

Außerdem wurde untersucht, ob Zusammenhänge zwischen der Wurfhomogenität und der Ferkelvitalität sowie zwischen dem Ausüben von VAV und einem kontrollierten Abliegevorgang bestehen.

## 2 Material und Methoden

Für die vorliegende Auswertung wurden die Daten von elf ökologischen sauenhaltenden Betrieben in Bayern herangezogen (n = 1.018 Würfe). Die Erhebungen wurden von Juni 2018 bis August 2019 durchgeführt. Die LandwirtInnen wurden in der Beobachtung und Kategorisierung der funktionalen Merkmale geschult. Es wurden sowohl Eigenschaften des Wurfes als auch Verhaltensmerkmale der Sau erfasst.

**Nestbauverhalten:** Zwei bis drei Tage vor dem Geburtstermin wurde regelmäßig geprüft, ob die Sau Nestbauverhalten zeigt. Merkmale des Nestbauverhaltens sind: Wühlen im Stroh, Scharren im Stroh mit den Vorderbeinen, Herumtragen von Stroh im Maul.

**Abliegeverhalten:** Innerhalb der ersten fünf Tage nach der Geburt wurde bewertet, ob die Sau VAV ausübt und ob sie sich beim Abliegen fallen lässt (Fallen lassen beim Abliegen, FLA). Eine positive Bewertung des VAV bedeutet, dass die Sau sich vor dem Abliegen nach den Ferkeln umschaute. Befanden sich diese in der Nähe der Sau, brachte sie die Ferkel durch Anstupsen, Schnüffeln, Scharren, Wühlen oder Lautäußerungen dazu, den Gefahrenbereich zu verlassen. Bei der Beurteilung des Merkmals FLA war darauf zu achten, ob sich die Sau kontrolliert ablegte oder ob sie sich beim Abliegen fallen ließ.

**Umgänglichkeit:** Die Umgänglichkeit der Sau wurde anhand ihres Verteidigungsverhaltens gegenüber dem Menschen zum Schutz ihrer Ferkel erfasst. Dieses Verhalten wurde mit Hilfe von drei Kategorien (kein, leichtes und starkes Verteidigungsverhalten) beurteilt und während drei Maßnahmen (Wurfbehandlung, Eisengabe und Mycoplasmen-Impfung) erfasst. Anschließend wurden die Einzelbeobachtungen in einer Note „Umgänglichkeit" mit drei Ausprägungen (gut, mittel, schlecht) zusammengefasst.

**Wurfqualität:** Die Wurfeigenschaften wurden unmittelbar nach der Geburt beurteilt. Dabei wurden die Homogenität des Wurfes und die Ferkelvitalität bewertet. Der Wurf wurde als

vital eingestuft, wenn die Ferkel nach der Geburt direkt bewegungsfähig waren und selbstständig Biestmilch aufnahmen. Ein lebensschwaches oder immobiles Ferkel wurde toleriert. Als homogen galt ein Wurf mit keinen sichtbaren oder nur sehr geringen Größen-unterschieden und maximal einem sehr großen oder sehr kleinen Ferkel im Wurf.

Zudem wurden folgende Ferkelzahlen erhoben: lebend und tot geborene (zum Zeitpunkt der Geburt, Unterscheidung von tot und lebend Geborenen nach dem Entscheidungsbaum von Leeb (Pfeiffer 2013)), zugesetzte und wegversetzte, erdrückte sowie aufgezogene Ferkel (am 42. Lebenstag).

Bei den Muttersauen handelte es sich um Tiere der Rassen Landrasse (LR), Edelschwein (ES) und deren Kreuzungen. Es wurden ausschließlich Würfe mit maximal fünf versetzten und mindestens fünf lebend geborenen Ferkeln in die Auswertungen einbezogen. Zudem wurden nur die Wurfnummern eins bis zehn berücksichtigt. Somit ergab sich ein mittleres Alter der Sauen von 3,38 (±2,23) Würfen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS (SAS Inst. Inc., Version 9.4). Der Zusammenhang zwischen Wurfausgeglichenheit und Ferkelvitalität (n = 1004) sowie VAV und FLA (n = 901) wurde mittels Chi-Quadrat($\chi^2$)-Test untersucht.

Der Einfluss der funktionalen Merkmale auf die Leistungsparameter wurde mit einem gemischten linearen Modell (MIXED Prozedur bzw. GLIMMIX Prozedur) geschätzt. Folgende mögliche Einflüsse wurden untersucht:

- fixer Effekt des Nestbauverhaltens auf den Anteil tot geborener Ferkel (n = 979)
- fixer Effekt von Vitalität und Homogenität des Wurfes auf die Anzahl aufgezogener Ferkel (n = 1.004)
- fixer Effekt von VAV und FLA auf den Anteil erdrückter Ferkel (n = 901) sowie
- fixer Effekt der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufgezogener Ferkel (n = 988).

Die Wurfgröße wurde als fixer Regressionskoeffizient berücksichtigt. Das Alter der Sau (Jungsau = 1. Wurf, mittelalte Sau = 2. – 5. Wurf, Altsau = ab 6. Wurf) und die Rasse der Sau (LR, ES, Kreuzung) wurden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Da die Effekte Rasse des Wurfebers (LR, ES, Du, Pi, PixDu) und Saison (Sommer 18, Herbst 18, Winter18/19, Frühjahr 19, Sommer 19) bei allen Modellen keinen signifikanten Einfluss hatten, wurden sie im endgültigen Modell nicht mehr berücksichtigt. Die Sau und der Betrieb (n = 11) wurden als zufällige Effekte angenommen. Multiple Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Kramer Test durchgeführt. Bei allen Modellen wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

## Zusammenhang zwischen Wurfausgeglichenheit und Ferkelvitalität

Von 1004 Würfen wurden 887 (88,4 %) als vital und 556 (55,4 %) als homogen beurteilt. Nur 5,0 % der homogenen Würfe waren auch nicht vital (28 von 556 Würfen), wohingegen dieser Anteil bei nicht homogenen Würfen mit 19,9 % (89 von 448 Würfen) viermal so hoch lag ($\chi^2 = 52,999$, $p < 0,0001$). Vergleichbare Ergebnisse fanden Minihuber *et al.* (2019), die bei 586 Würfen von 200 Kreuzungssauen der Rassen Edelschwein und Landrasse eine positive Korrelation dieser Wurfeigenschaften feststellten.

## Zusammenhang zwischen Vorabliegeverhalten und Abliegeverhalten

Zwischen der Ausprägung der Merkmale FLA und VAV konnte ebenfalls ein hoch-signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ($n = 901$, $\chi^2 = 31{,}141$, $p < 0{,}0001$). Sauen, die kein VAV zeigten, ließen sich häufiger beim Abliegen fallen (15,5 %; 15 von 97 Würfen) im Vergleich zu Sauen mit VAV (3,1 %; 25 von 804 Würfen). Bei 1,7 % ($n = 15$) der Würfe ließ sich die Sau fallen, ohne davor über VAV den Ferkeln ein Signal gegeben zu haben. Diese Abliegevorgänge sind besonders gefährlich und erhöhen Er-drückungsverluste deutlich. VAV dient dazu, die Aufmerksamkeit der Ferkel zu gewinnen und ihnen genug Zeit zu geben, sich wegzubewegen (Marchant *et al.* 2001).

## Einfluss des Nestbauverhaltens auf den Anteil tot geborener Ferkel

Im Mittel betrug die Anzahl tot geborener Ferkel je Wurf 1,18 (±1,43). Dies entspricht einem mittleren Anteil an den Gesamtgeborenen von 8,0 % (±9,3 %). Das Nestbau-verhalten wurde bei 979 Würfen beurteilt. Bei 931 Würfen (95,1 %) hat die Muttersau deutlich ausgeprägtes Nestbauverhalten gezeigt. Die mittlere Anzahl tot geborener Ferkel lag bei Sauen mit Nestbauverhalten bei 1,12 (±1,37) Ferkeln und somit um 0,52 Ferkel niedriger als bei Sauen ohne Nestbauverhalten ($\mu_{tot} = 1{,}65$ (±1,83)). Die Analyse des gemischten linearen Modells ergab, dass Nestbauverhalten den erwarteten Anteil tot geborener Ferkel reduzierte (LSM: 7,1 % vs. 10,0 %, $p = 0{,}0151$). Außerdem stieg der Anteil tot geborener Ferkel mit höherer Parität ($p = 0{,}0002$) und zunehmender Wurfgröße ($p < 0{,}0001$). Die Rasse der Sau beeinflusst den Anteil tot geborener Ferkel nicht. Minihuber *et al.* (2019) konnten in ihrer Studie ebenfalls zeigen, dass unter ökologischen Haltungsbedingungen mit Stroheinstreu ausgeprägtes Nestbauverhalten zu weniger tot geborenen Ferkeln führt. Jedoch hängt das Nestbauverhalten stark von externen Faktoren, wie ausreichender Bewegungsfreiheit und dem Vorhandensein eines geeigneten Nestbaumaterials, ab (Jensen 1993, Thodberg *et al.* 1999, Westin 2014, Yun *et al.* 2014). In jedem Fall ist das Bauen eines Nestes vor dem Abferkeln eine essentielle Verhaltensweise (Wischner *et al.* 2009), welche mit verschiedenen positiven Effekten für Sau und Ferkel verbunden ist (Cronin *et al.* 1993; Yun *et al.* 2014; Yun und Valros 2015). Kann die Sau Nestbauverhalten nicht ausleben, führt das zu Stress und wirkt sich auf den Hormonhaushalt (endogene Oxytocin- und Prolactinkonzentration) der Sau aus (Yun *et al.* 2014, Yun & Valros 2015). Dies kann sich wiederum negativ auf die Länge der Geburt (Cronin *et al.* 1993), die Aufzuchtleistung und das mütterliche Verhalten der Sau auswirken (Yun *et al.* 2014).

## Einfluss der Ferkelvitalität und Wurfhomogenität auf die Anzahl aufgezogener Ferkel

Im Schnitt wurden auf den elf Betrieben 10,44 (±1,98) Ferkel pro Wurf aufgezogen. Die Ergebnisse des gemischten linearen Modells zeigen, dass die erwartete Anzahl abgesetzter Ferkel bei vitalen im Vergleich zu nicht vitalen Würfen um 0,60 Ferkel höher lag (LSM: 10,22 vs. 9,62, $p < 0{,}0001$). Bei homogenen Würfen war die erwartete Anzahl abgesetzter Ferkel um 0,58 Ferkel erhöht (LSM: 10,21 vs. 9,63, $p < 0{,}0001$). Allerdings war auch ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl aufgezogener Ferkel und der Wurfgröße festzustellen ($p < 0{,}0001$). Daneben war die erwartete Anzahl aufgezogener Ferkel bei Sauen vom 1. bis 5. Wurf höher als bei Sauen ab dem 6. Wurf ($p < 0{,}0001$) sowie bei Edelschwein-Sauen und Kreuzungstieren höher als bei Landrasse-Sauen ($p = 0{,}0033$). Auch

andere Studien bestätigen, dass Sauen mit vitalen Ferkeln eine höhere Anzahl abgesetzter Ferkel bzw. geringere Ferkelverluste erzielen (Minihuber *et al.* 2019, Schodl *et al.* 2019). Die Ferkelsterblichkeit war bei Schodl *et al.* (2019) bei Würfen mit einer niedrigen Vitalität (Score 4) im Vergleich zu Würfen mit einer hohen Vitalität (Score 1) etwa 3,6-mal so hoch (LSM = 7,98 % vs. 29,12 %). In der Untersuchung von Minihuber et al (2019) betrug die Differenz abgesetzter Ferkel zwischen vitalen und nicht vitalen Würfen sogar 1,7 Ferkel ($p < 0,0001$). Würfe mit einheitlichen Geburtsgewichten der Ferkel hatten auch vitalere Ferkel und somit geringere Verluste, was für eine Zucht auf einheitliche Geburtsgewichte spricht (Minihuber *et al.* 2019).

## Einfluss des Vorabliegeverhaltens und Abliegeverhaltens auf den Anteil erdrückter Ferkel

Durchschnittlich wurden pro Wurf 1,25 (±1,51) Ferkel erdrückt. Dies entspricht einem mittleren Anteil von 9,6 % ((±11,3 %) an den Saugferkeln. VAV und FLA wurden bei 901 Würfen beurteilt. Sauen ohne VAV ($\mu_{erdrückt}$ = 2,11 (±2,05)) erdrückten im Mittel etwa doppelt so viele Ferkel wie Sauen mit VAV ($\mu_{erdrückt}$ = 1,05 (±1,33)). Sauen, die sich fallen ließen, erdrückten durchschnittlich 2,85 (±2,40) Ferkel und damit 1,77 Ferkel mehr als Sauen mit kontrolliertem Abliegeverhalten ($\mu_{erdrückt}$ = 1,08 (±1,35)). Die Analyse des gemischten linearen Modells ergab, dass der erwartete Anteil erdrückter Ferkel pro Wurf bei Sauen mit VAV geringer war ($p = 0,0008$, LSM: 9,3 % vs. 13,3 %). Bei Sauen, die sich beim Abliegen fallen ließen, war der erwartete Anteil erdrückter Ferkel im Vergleich zu Sauen, die sich kontrolliert ablegten, erhöht ($p < 0,0001$, 14,7 % vs. 8,4 %). Eine höhere Parität der Sau und größere Würfe waren ebenfalls mit einem höheren Anteil erdrückter Ferkel verbunden ($p < 0,0001$). Edelschwein-Sauen wiesen im Vergleich zu Landrasse-Sauen und Kreuzungstieren eine verringerte Wahrscheinlichkeit für Erdrückungen auf ($p = 0,0004$). Valros *et al.* (2003) und Wischner *et al.* (2010) kamen zu vergleichbaren Ergebnissen. Sauen, die keine Ferkel erdrückten, zeigten vor dem Abliegen häufigeres und längeres Schnüffeln, mehr Nasenkontakte, schauten sich vermehrt nach ihren Ferkeln um (Wischner *et al.* 2010) und zeigten häufiger Wühlen am Boden (Valros *et al.* 2003). Andersen *et al.* (2005) und Minihuber *et al.* (2019) kommen zu dem Schluss, dass Er-drückungsverluste eng mit den Muttereigenschaften verbunden sind. Aufmerksame, fürsorgliche Sauen, die gut auf Ferkelschreie reagieren und ihr Ferkel beschützen, erdrücken weniger Ferkel.

## Einfluss der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufgezogener Ferkel

Die Umgänglichkeit der Sau wurde bei 988 Würfen beurteilt (Note 1: 412 Würfe, Note 2: 445 Würfe, Note 3: 131 Würfe). Der Effekt der Umgänglichkeit auf die Anzahl aufge-zogener Ferkel war nicht signifikant ($p = 0,6770$). Größere Würfe ($p < 0,0001$), Sauen niedrigerer Parität ($p < 0,0001$) sowie Edelschwein- und Kreuzungssauen ($p = 0,0005$) beeinflussten die Anzahl abgesetzter Ferkel wiederum positiv. Grandinson *et al.* (2003) haben eine sehr niedrige genetische Korrelation zwischen der Überlebensrate der Ferkel und aggressivem Verhalten gegenüber den TierbetreuerInnen gefunden. Dagegen konnten auch Minihuber *et al.* (2019) und Marchant (1988) keinen Einfluss des Verhaltens zwischen Sau und Menschen auf die Aufzuchtleistung nachweisen. Nach diesen und den eigenen Ergebnissen sind keine Leistungseinbußen zu erwarten, wenn nicht umgängliche Sauen aus dem Bestand genommen werden.

## 4 Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass Sauen mit mütterlichem Verhalten sowie vitalen und homogenen Würfen eine bessere Aufzuchtleistung aufweisen. Muttersauen mit ausgeprägtem Nestbauverhalten, die sich aufmerksam und kontrolliert ablegen, erdrücken weniger Ferkel und ziehen mehr Ferkel auf. Zukünftig werden die konsequente Beobachtung und system-atische Beurteilung des Verhaltens der Muttersauen rund um die Geburt sowie die züchterische Weiterentwicklung dieser Merkmale für eine erfolgreiche Ferkelerzeugung insbesondere unter freien Haltungsbedingungen von großer Bedeutung sein.

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Förderung des Forschungsprojektes (A/18/09) und den im Projekt beteiligten LandwirtInnen für die erfolgreiche und positive Zusammenarbeit.

## 5 Literaturverzeichnis

Andersen IL, Berg S & Bøe KE (2005) Crushing of piglets by the mother sow (Sus scrofa) - purely accidental or a poor mother? Appl. Anim. Behav. Sci. (93): 229-243

Appel AK (2012) Genetische Analyse von Verhaltensmerkmalen beim Schwein. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen

Baxter EM, Jarvis S, Sherwood L, Farish M, Roehe R, Lawrence AB & Edwards SA (2011) Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. Appl. Anim. Behav. Sci. (130): 28-41

Cronin GM, Schirmer BN, McCallum TH, Smith JA & Butler KL (1993) The effects of providing sawdust to pre-parturient sows in farrowing crates on sow behaviour, the duration of parturition and the occurrence of intra-partum stillborn piglets. Appl. Anim. Behav. Sci. (36): 301-315

Dyck GW & Swierstra EE (1987) Causes of piglet death from birth to weaning. Can. J. Anim. Sci. (67): 543-547

Edwards S, Smith W, Fordyce C & MacMenemy F (1994) An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. Vet. Rec. (135): 324-327

Grandinson K, Rydhmer L, Strandberg E & Thodberg K (2003) Genetic analysis of on-farm tests of maternal behaviour in sows. Livest. Prod. Sci. (83): 141-151

Hellbrügge B (2007) Genetic aspects of piglet losses and the maternal behaviour of sows. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Jensen P (1993) Nest building in domestic sows: the role of external stimuli. Anim. Behav. (45): 351-358

Marchant JN (1988) Sow aggression towards the stockperson: relationships with approach test parameters and piglet survival. In: Proceedings of the 32nd Congress ISAE, Clermont-Ferrand: 109

Marchant JN, Broom DM & Corning S (2001) The effects of sow maternal behaviour on piglet mortality in an open farrowing system. Anim. Sci. (62): 675

Minihuber U, Hagmüller W, Gallnböck M & Riffert V (2019) Einfluss spezifischer Verhaltensweisen von biologisch gehaltenen Zuchtsauen auf deren Leistungsdaten. Züchtungskunde (91): 85-101

Pfeiffer C (2013) Qualitative und quantitative Beurteilung des Verhaltens von Jungsauen in Annäherungstests. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, Institut für Nutztierwissenschaften

Schodl K, Revermann R, Winckler C, Fuerst-Waltl B, Leeb C, Willam A, Knapp P & Pfeiffer C (2019) Assessment of Piglet Vitality by Farmers-Validation of A Scoring Scheme and Estimation of Associated Genetic Parameters. Animals (9): 317

Thodberg K, Jensen KH, Herskin MS & Jørgensen E (1999) Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. Appl. Anim. Behav. Sci. (63): 131-144

Valros A, Rundgren M, Špinka M, Saloniemi H & Algers B (2003) Sow activity level, frequency of standing-to-lying posture changes and anti-crushing behaviour - within sow-repeatability and interactions with nursing behaviour and piglet performance. Appl. Anim. Behav. Sci. (83): 29-40

Weiß J & Uhl J (2011) Anforderungen an die Wettbewerbsfähigkeit der Ökosauenhaltung aus Sicht der Ökonomik. In: Ökologische Ferkelerzeugung unter die Lupe genommen, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (9): 131-148

Westin R (2014) Strategic use of straw at farrowing - effects on behaviour, health and production in sows and piglets. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara

Wischner D, Kemper N & Krieter J (2009) Nest-building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. Livest. Sci. (124): 1-8

Wischner D, Kemper N, Stamer E, Hellbrügge B, Presuhn U & Krieter J (2010) Prelying behaviour patterns in confined sows and their effects on crushing of piglets. Appl. Anim. Behav. Sci. (122): 21-27

Yun J, Swan K-M, Farmer C, Oliviero C, Peltoniemi O & Valros A (2014) Prepartum nest-building has an impact on postpartum nursing performance and maternal behaviour in early lactating sows. Appl. Anim. Behav. Sci. (160): 31-37

Yun J & Valros A (2015) Benefits of Prepartum Nest-building Behaviour on Parturition and Lactation in Sows - A Review. Asian-Australas. J. Anim. Sci. (28): 1519-1524

# Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit der Rohnährstoffe von Luzerne- und Rotkleeprodukten in der ökologischen Schweinefütterung

Diana Messinger, Petra Weindl, Peter Weindl, Lydia Pleger, Gerhard Bellof

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme

## Zusammenfassung

In einem Verdauungsversuch mit 24 Mastschweinen (Dänische Landrasse * Duroc) wurden die Rohnährstoff-Verdaulichkeiten von Luzerne-Trockenblatt, Luzerne-Blattsilage, Luzerne-Ganzpflanzensilage und Rotklee-Ganzpflanzensilage ermittelt. Die Ganzpflanzen-Silagen sowie die Luzerne-Blattsilage zeigten eine höhere Verdaulichkeit der organischen Substanz und des Rohproteins als das Luzerneblatt-Trockenblatt. Dies könnte auf den Einfluss der in den Blättern angereicherten Saponine – und deren teilweisen Abbau infolge des Silierprozesses – auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe zurückzuführen sein.

## Abstract

In a digestibility trial with 24 fattening pigs (Danish Landrace * Duroc), the crude nutrient digestibility of dried alfalfa leaves, alfalfa leaf silage, alfalfa silage and red clover silage was determined. Whole plant silages of alfalfa and red clover as well as the alfalfa leaf silage showed higher digestibilities for organic matter and crude protein than the dried alfalfa leaves. This could be due to the influence of saponins - and whose partly destruction as a consequence of ensilage processing - on the digestibility of the crude nutrients.

## 1 Einleitung

Luzernesilage kann ein beträchtliches Potential für die ökokonforme Fütterung von Mastschweinen darstellen (Weltin *et al.* 2014). Aufgrund der höheren Konzentrationen von Eiweiß und Aminosäuren bei reduziertem Rohfasergehalt im Blatt, kann durch die Separierung der Blätter von den rohfaserreicheren Stängeln ein vielversprechendes Eiweiß-futtermittel für Monogastrier gewonnen werden (Sommer & Sundrum 2015). Insbesondere Luzerne und Rotklee zeichnen sich durch hohe Gehalte an Lysin und Methionin in den Blättern aus und scheinen durch ihre Aufwuchshöhe besonders geeignet für eine Blatt-nutzung zu sein. Um den Einsatz von Luzerne als Proteinträger in der monogastrischen Fütterung beurteilen zu können, sind vor allem die Verdaulichkeitswerte dieser Nährstoffe relevant. Im dargestellten Versuch wurden die Rohnährstoff-Verdaulichkeiten von Luzerne-Trockenblatt (LB) (heißluftgetrocknet, pelletiert), Luzerne-Blattsilage (LBS), Luzerne-Ganzpflanzensilage (LGPS) und Rotklee-Ganzpflanzensilage (RGPS) ermittelt.

# 2 Material und Methoden

## Versuchsaufbau

Es wurden 24 männliche Kastraten einer Zweirassenkreuzung (Dänische Landrasse * Duroc) mit durchschnittlich 31 kg Lebendgewicht im Lehr- und Versuchsbetrieb der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf in Zurnhausen eingestallt. Diese stammten von einem Naturland-Ferkelerzeugerbetrieb aus Bayern.
Die Versuchstiere wurden zunächst paarweise in planbefestigten Boxen à sechs m² ge-halten. Sie wurden zweimal täglich im Abstand von acht Stunden restriktiv mit einer praxisüblichen Alleinfuttermischung gefüttert. Während einer Vorbereitungsphase von 10 - 14 Tagen wurden die Tiere an die jeweiligen Prüffuttermittel gewöhnt. Der Ver-dauungsversuch wurde in Anlehnung an die Vorgaben der GfE (2005) durchgeführt. Die Testfuttermittel wie auch die Ergänzer wurden jeweils in vier Wiederholungen (n = 4) geprüft. Während der Zeit im Stoffwechselkäfig wurden die Tiere zweimal täglich einer Belastungseinschätzung anhand definierter Beobachtungsparameter mithilfe eines "Score Sheet" unterzogen.
Die Verdaulichkeit der vier Prüffuttermittel LB, LBS, LGPS und RGPS wurde in einem Differenzversuch mit drei Durchgängen (DG1 - 3) ermittelt. In DG1 wurde die Ver-daulichkeit der Basaldiät, welche aus den jeweiligen Ergänzern für das Blattmaterial (Luzerne) und das Ganzpflanzenmaterial (Luzerne bzw. Rotklee) bestand, getestet. In den darauffolgenden Durchgängen wurden die Verdaulichkeiten von LGPS und LBS (DG2) sowie RGPS und LB (DG3) geprüft. An eine Eingewöhnungsphase von fünf Tagen im Stoffwechselkäfig schloss sich eine fünftägige Kotsammelperiode an. Danach wurden die Tiere wieder in die Haltungsboxen umgestallt, wo sie bis zur Weitervermarktung ver-blieben. Die Durchgänge wurden zeitlich so organisiert, dass die Phasen im Stoffwechselkäfig der einzelnen Durchgänge fast lückenlos hintereinander durchgeführt werden konnten. Während der Kotsammelperiode wurde der Kot jedes Schweines im Stoff-wechselkäfig jeden Vormittag gewogen, gemischt und je eine Probe eingefroren. Diese Proben wurden gefriergetrocknet, gemahlen und für jedes Schwein aus den einzelnen Tagen eine Mischprobe erstellt.

## Futtermischungen und Fütterung

Die verabreichten Futtermengen wurden täglich abgewogen und falls notwendig zurück-gewogen. Durch Wiegungen der Tiere (wöchentlich sowie vor und nach den Phasen in den Stoffwechselkäfigen) konnte die Gewichtsentwicklung dokumentiert werden. Zur Über-prüfung der Nährstoffgehalte wurde jede Futtermischung beprobt und analysiert. Beide Ergänzer bestanden zu 100 % aus ökokonformen Rohstoffen und wurden von der Firma Meika, Großaitingen, nach folgenden Vorgaben produziert. Sie waren energiereicher, aber niedriger in den Konzentrationen an essentiellen Aminosäuren ausgestattet als ein übliches Alleinfutter für die Anfangsmast. Außerdem wurden sie mit Titandioxid als unverdaulichem Marker versetzt und in pelletierter Form vorgelegt. In Kombination mit den zu prüfenden Grünleguminosen-Produkten ergab sich eine bedarfsgerechte Tagesration.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch verlief hinsichtlich der Tiergesundheit und der Gewichtsentwicklung weit-gehend störungsfrei. Die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe in den Prüffuttern wurden aus den jeweiligen Anteilen der Prüffutter bzw. der Basaldiät sowie den Verdaulichkeiten der Ration bzw. der Basaldiät errechnet. Die auf diese Weise ermittelten Verdaulichkeitsquotienten (VQ) sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: *Ausgewählte Rohnährstoffgehalte und in vivo-Verdaulichkeiten (in %) im durchgeführten Verdauungsversuch mit Mastschweinen*

| Merkmal | Einheit | LB | LBS | LGPS | RGPS |
|---|---|---|---|---|---|
| XF | g/kg TM | 218 | 133 | 236 | 178 |
| XP | g/kg TM | 199 | 295 | 213 | 263 |
| VQ OS | % | 45 | 63 | 54 | 70 |
| VQ XP | % | 43 | 58 | 56 | 69 |

*XF: Rohfaser; XP: Rohprotein; VQ OS: Verdaulichkeitsquotient Organische Substanz; VQ XP: Verdaulichkeitsquotient Rohprotein*

Der Verdaulichkeitsquotient der organischen Substanz (VQ OS) der RGPS liegt mit 70 % am höchsten, gefolgt von LBS und LGPS. LB weist einen VQ OS von 45 % auf. Dieser ist damit deutlich niedriger als für RGPS. Das Rohprotein in der RGPS ist zu 69 % ver-daulich. LGPS weist einen VQ XP von 56 % auf. Ähnlich hohe Verdaulichkeiten des Rohproteins bei Kleegras- und Luzernesilage sind in der Literatur zu finden (Bellof *et al.* 1998, Berger 2012). Der VQ XP der LBS liegt mit 58 % zwischen diesen Werten, der VQ XP der LB mit 43 % jedoch deutlich darunter. Für LB wurde ein höherer Rohproteingehalt erwartet (XP = 199g/kg TM), der aufgrund des gleichen Ausgangsmaterials vergleichbar mit dem der LBS (XP = 295g/kg TM) sein sollte. Diese Diskrepanz kann mit den Prozessabläufen in der Heißlufttrocknung begründet werden. Dort kommt es während des Trocknungsprozesses durch hohe Luftströmungen zu Feinpartikelverlusten. Die Verdaulichkeitsergebnisse bestätigen, dass ein höherer Gehalt an Rohfaser zu einer Minderung der Verdaulichkeit der OS führt (Rodehutscord 2008). Trotz deutlich höherem VQ OS weist LBS nur eine leicht höhere Rohprotein-Verdaulichkeit auf als LGPS. Diese könnte durch antinutritive Substanzen wie Saponine, die sich vermutlich in den Blättern anreichern, beeinflusst worden sein (Sen *et al.* 1998). Die höhere Rohprotein-Verdaulichkeit von RGPS zur LGPS könnte ebenfalls auf höhere Saponingehalte in Luzerne im Vergleich zu Rotklee zurückzuführen sein. Die unterschiedliche Verdaulichkeit des Rohproteins von LB und LBS könnte durch die Konservierungsart der Luzerneblätter erklärt werden, da verschiedene Saponine unterschiedliche biologische Aktivitäten aufweisen. Durch die Milchsäuregärung wird der Gehalt einzelner Saponine in der Silage vermutlich ernährungsphysiologisch günstig verändert (Szumacher-Strabel *et al.* 2019).

## 4 Schlussfolgerung

Die Ganzpflanzen-Silagen aus Luzerne und Rotklee sowie die Luzerne-Blattsilage zeigten eine höhere Verdaulichkeit für Rohprotein als das Luzerne-Trockenblatt. Dies könnte auf die Anreicherung von antinutritiven Saponinen in den Blättern und deren Einfluss auf die Verdaulichkeit zurückzuführen sein. Ebenfalls sind Unterschiede durch verschiedene Konservierungsmethoden zu erkennen. Der Einfluss des Rohfasergehaltes auf die Verdaulichkeit und der höhere Rohproteingehalt in jungem Material impliziert die Nutzung der

Luzerne in einem frühen Vegetationsstadium. Es ist erforderlich, die Luzernesaponine weiter zu erforschen, um die Luzerne als Proteinfuttermittel für Schweine zielgerichtet einsetzen zu können.

## Förderhinweis

Das Projekt GRUENLEGUM wird vom BMEL gefördert (FKZ 2815OE039).

## 5 Literaturverzeichnis

Bellof G, Gaul C, Fischer K & Lindermayer H (1998) Der Einsatz von Grassilage in der Schweinemast. Züchtungskunde (70): 372-388

Berger U (2012) Kleegrassilage aus spezieller Nutzung in der ökologischen Schweinefütterung. Masterarbeit im Studiengang „Agrarmanagement“, TU München

GfE - Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen (2005) Determination of digestibility as the basis for energy evaluation of feedstuffs for pigs. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 14: 207-213

Rodehutscord M (2008) Fütterung der Schweine. In: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Jeroch H, Drochner W und Ortwin S (Hrsg.), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. überarbeitete Auflage: 332-367

Sen S, Makkar H P S & Becker K (1998) Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. Journal of Agricultural and Food Chemistry (46): 131-140

Sommer H & Sundrum A (2015) Ganzpflanze und Blattmasse verschiedener Grünleguminosen als Eiweißquelle in der Schweinefütterung. A M Häring *et al.* (Hrsg.) Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin

Szumacher-Strabel M, Stochmal A, Cieslak A, Kozłowska M, Kuznicki D, Kowalczyk, M & Oleszek O (2019) Structural and quantitative changes of saponins in fresh alfalfa compared to alfalfa silage. Journal of the Science of Food and Agriculture (99): 2243-2250. DOI10.1002/jsfa.9419

Weltin J, Carrasco S, Berger U & Bellof G (2014) Luzernesilage aus spezieller Nutzung und technologischer Aufbereitung in der ökologischen Geflügel- und Schweinefütterung. Schlussbericht zu den Forschungsprojekten 2811OE077 und 2811OE022, http://orgprints.org/26279/1/26279-11OE077-hswt-bellof-2014-luzernesilage-tierernaehrung.pdf

# Bedarfsgerechte Riboflavin-(Vitamin B2-)Versorgung bei langsam wachsenden Masthühnern

Christian Lambertz[1], Stefanie Ammer[1,2], Benedikt Thesing[2], Christian Wild[3], Klaus Damme[3], Florian Leiber[1]

[1]Forschungsinstitut für biologischen Landbau
[2]Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften, Systeme der Nutztierhaltung
[3]Versuchs- und Bildungszentrum Kitzingen, Geflügelhaltung

## Zusammenfassung

In zwei Durchgängen mit jeweils 800 gemischtgeschlechtlichen Eintagsküken der Genetik Ranger Gold™ wurde ein auf Basis der Fermentation des Hefe-Pilzes *Ashbya gossypii* hergestelltes Trockenprodukt untersucht. Es wurden vier unterschiedliche Riboflavingehalte je Durchgang getestet. Eine Kontrollmischung enthielt ausschließlich native Riboflavingehalte ohne Zudosierung. In den ersten zwei Wochen erhielten die Tiere Starterfutter, in den folgenden vier Wochen Aufzuchtfutter 1 und in den letzten zwei Wochen Aufzuchtfutter 2. Wöchentlich wurden Tiergewicht und Futterverbrauch erfasst. Bei der Schlachtung wurden Schlachtparameter erhoben. Die nativen Riboflavingehalte konnten den Bedarf der langsam wachsenden Masthühner nicht decken. Hohe Zudosierungen hingegen zeigten keinen positiven Effekt auf die Leistungs- und Schlachtparameter. Eine Reduktion der Riboflavin-Supplementierung insbesondere in den späteren Mastabschnitten scheint daher geeignet, die erhöhten Kosten, die beim Einsatz des getesteten Produktes im Vergleich zu günstigeren Produkten, welche mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen hergestellt werden, auszugleichen.

## Abstract

A dried product from fermentation of the yeast-like fungi *Ashbya gossypii* with a high native content of riboflavin was tested in two runs with 800 mixed-sex one-day old Ranger Gold™ chickens each. Four different riboflavin concentrations were tested in each run. A control diet contained only native riboflavin contents without any supplementation. Animals received a starter diet in the first two weeks, a fattening diet 1 for another four weeks and a fattening diet 2 for the last two weeks. Body weight and feed consumption were recorded weekly. Additionally, slaughter parameters were assessed, dressing, proportion of valuable cuts, abdominal fat, liver, heart and gizzard were recorded. The native riboflavin contents did not meet the requirements of the slow-growing broilers. High supplementations, how-ever, did not have positive effects on performance and slaughter parameters. Consequently, a reduction of the riboflavin supplementation particularly during the later fattening period seems to be a suitable measure to compensate the higher production costs of the tested product, compared to conventional vitamin production by means of genetically modified microorganisms.

# 1 Einleitung

Eine bedarfsgerechte Versorgung mit Riboflavin (Vitamin $B_2$) ist bei Masthühnern nur über eine Supplementierung des Vitamins möglich, da der Bedarf mit nativen Gehalten in Getreide und Leguminosen selten erreicht wird (Witten und Aulrich 2018, 2019). Entscheidend ist dabei die Versorgung in den ersten zwei Lebenswochen (Olkowski und Classen 1998). Für die Aufwertung des Riboflavingehaltes von Öko-Futtermischungen sind daher Alternativen in Form von ökokonformen und Riboflavin-reichen Futtermitteln notwendig. In vorhergehenden Untersuchungen wurde bereits die Einsatzfähigkeit einer Fermentationssuspension des Hefe-Pilzes *Ashbya gossypii* bei langsam wachsenden Masthühnern gezeigt (Lambertz *et al.* 2019). Ziel des vorliegenden Versuches war es, ein auf Basis der Fermentation des Hefe-Pilzes *A. gossypii* hergestelltes Trockenprodukt in unterschiedlichen Dosierungen und unter Berücksichtigung der nativen Riboflavingehalte der Futterkomponenten bei langsam wachsenden Broilern zu untersuchen.

# 2 Tiere, Material und Methoden

Am Versuchs- und Bildungszentrum Kitzingen, Geflügelhaltung wurden zwei Durchgänge mit jeweils 800 gemischtgeschlechtlichen Eintagsküken der Genetik Ranger Gold™ (Aviagen Epi GmbH, Cuxhaven, Germany) unter Bodenhaltungsbedingungen durchgeführt. Die Tiere wurden in Gruppen von 20 Tieren gehalten. Die achtwöchige Mast wurde in drei Fütterungsphasen gegliedert: In den ersten zwei Wochen erhielten die Tiere Starterfutter, in den folgenden vier Wochen wurde den Masthühnern das Aufzuchtfutter 1 und in den letzten zwei Wochen vor der Schlachtung das Aufzuchtfutter 2 angeboten. Unter Berücksichtigung der nativen Riboflavingehalte der öko-zertifizierten Mischungskomponenten wurde Ribo-flavin zudosiert. Als Riboflavinquelle kam das Trockenprodukt Eco Vit R aus der Fermentation des Hefe-Pilzes *A. gossypii* mit hohem natürlichem Riboflavingehalt zum Einsatz. Das Produkt wird hergestellt durch die Firma Agrano GmbH & Co. KG (Riegel am Kaiserstuhl, Deutschland). Der Riboflavingehalt des Produktes betrug 6560 mg/kg Frischmasse (FM). Es wurden vier Versuchsgruppen getestet, die sich in den Riboflavingehalten des Starter-, Aufzucht 1- und Aufzucht 2-Futters unterschieden (Tabelle 1).

Tab. 1: *Riboflavingehalte (in mg/kg FM) des Starter-, Aufzucht 1- und Aufzucht 2-Futters im ersten Durchgang*

| Versuchsgruppe | Starter | Aufzucht 1 | Aufzucht 2 |
|---|---|---|---|
| NATIV | 2,86 | 3,05 | 2,83 |
| NIEDRIG | 4,73 | 4,34 | 4,64 |
| MITTEL | 6,71 | 6,05 | 6,70 |
| HOCH | 9,22 | 8,1 | 8,77 |

Im zweiten Durchgang wurden ausgehend von zwei Riboflavinleveln im Starterfutter die Riboflavingehalte im Aufzucht 1- und Aufzucht 2-Futter, wie in Tabelle 2 dargestellt, verändert.

Tab. 2: *Riboflavingehalte (in mg/kg FM) des Starter-, Aufzucht 1- und Aufzucht 2-Futters im zweiten Durchgang*

| Versuchsgruppe | Starter | Aufzucht 1 | Aufzucht 2 |
|---|---|---|---|
| NIEDRIG-HOCH-HOCH (N-H-H) | 4,00 | 5,92 | 5,08 |
| NIEDRIG-NIEDRIG-NIEDRIG (N-N-N) | 4,00 | 4,37 | 3,57 |
| HOCH-HOCH-HOCH (H-H-H) | 5,64 | 6,54 | 4,52 |
| HOCH-NIEDRIG-NIEDRIG (H-N-N) | 5,64 | 4,71 | 3,76 |

Das individuelle Tiergewicht ebenso wie die gruppenweise Futteraufnahme wurde wöchentlich erhoben. Schlachtparameter (Ausschlachtung, Anteil an wertvollen Teilstücken, Abdominalfett, Leber, Herz und Magen) wurden an fünf männlichen und weiblichen Tieren je Abteil erfasst. Im statistischen Modell für die Leistungsparameter wurde die Versuchs-gruppe als fixer Effekt berücksichtigt.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Im ersten Durchgang zeigten Tiere der Gruppe NATIV in der zweiten Lebenswoche Symptome einer unzureichenden Riboflavinversorgung. Das Futter dieser Gruppe wurde daher ab diesem Zeitpunkt auf einen Riboflavingehalt von 5,88 mg/kg erhöht (Mischung aus den vier Versuchsgruppen). Das Mastendgewicht unterschied sich zwischen den Gruppen – unter Berücksichtigung der zusätzlichen Erhöhung des Riboflavingehaltes in der Gruppe NATIV – nicht ($P > 0,05$; Tabelle 3). Die Futterverwertung der HOCH-Tiere war gegenüber der NATIV- und NIEDRIG-Gruppe verbessert ($P < 0,05$).

Tab. 3: *Leistungsparameter im ersten Durchgang (LS Means)*

| Merkmal | Versuchsgruppe | | | | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| | NATIV* | NIEDRIG | MITTEL | HOCH | |
| Mastendgewicht (g) | 2518,4 | 2610,1 | 2584,9 | 2587,2 | 34 |
| Tageszunahme (g) | 45,8 | 47,5 | 47,1 | 47,1 | 0,7 |
| Futterverwertung (kg Futter/kg Zunahme) | $2,11^{b}$ | $2,11^{b}$ | $2,09^{ab}$ | $2,07^{a}$ | 0,015 |

**Der Riboflavingehalt in der Gruppe NATIV wurde ab der zweiten Lebenswoche auf einen Gehalt von 5,88 mg/kg erhöht; $^{a,b}$Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($P < 0,05$)*

Die Ausschlachtung der Gruppe NATIV lag unter den Werten der MITTEL- und HOCH-Gruppe ($P < 0,05$; Tabelle 4). Der Anteil von Leber und Herz war in den NATIV- und NIEDRIG-Gruppen höher als in den beiden anderen Gruppen ($P < 0,05$).

Tab. 4: *Schlachtparameter im ersten Durchgang (LS Means)*

| Merkmal | Versuchsgruppe | | | | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| | NATIV* | NIEDRIG | MITTEL | HOCH | |
| Ausschlachtung (%) | 73,72[b] | 74,22[ab] | 74,95[a] | 74,95[a] | 0,3 |
| Brust (% des SG) | 25,44 | 25,45 | 25,8 | 25,67 | 0,27 |
| Schenkel (% des SG) | 30,12 | 30,33 | 30,35 | 30,21 | 0,24 |
| Flügel (% des SG) | 11,18[a] | 10,82[b] | 11,01[ab] | 10,89[b] | 0,09 |
| Abdominalfett (% des SG) | 1,50[c] | 1,77[a] | 1,53[bc] | 1,75[ab] | 0,08 |
| Leber (% des SG) | 2,93[a] | 2,91[a] | 2,70[b] | 2,59[b] | 0,05 |
| Herz (% des SG) | 0,54[a] | 0,57[a] | 0,47[b] | 0,48[b] | 0,01 |
| Muskelmagen (% des SG) | 1,45[a] | 1,34[b] | 1,19[c] | 1,26[bc] | 0,04 |

**Der Riboflavingehalt in der Gruppe NATIV wurde ab der zweiten Lebenswoche auf einen Gehalt von 5,88 mg/kg erhöht; SG = Schlachtgewicht; [a,b,c]Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (P < 0,05)*

Im zweiten Durchgang unterschied sich das Mastendgewicht nicht zwischen den Versuchsgruppen (P > 0,05) (Tabelle 5). Ebenso wurden zwischen den Gruppen keine Unterschiede in der Futterverwertung festgestellt (P > 0,05).

Tab. 5: *Leistungsparameter im zweiten Durchgang (LS Means)*

| Merkmal | Versuchsgruppe | | | | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| | N-H-H | N-N-N | H-H-H | H-N-N | |
| Mastendgewicht (g) | 2341,2 | 2316,4 | 2358,2 | 2428,6 | 22,91 |
| Tageszunahme (g) | 42,62 | 42,16 | 42,93 | 44,24 | 0,54 |
| Futterverwertung (kg Futter/kg Zunahme) | 2,04 | 2,06 | 2,05 | 1,99 | 0,03 |

*[a,b]Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (P < 0,05)*

Die Ausschlachtung der Gruppe H-N-N lag höher als die der drei anderen Gruppen (P < 0,05; Tabelle 6). In Bezug auf den Anteil wertvoller Teilstücke zeigten sich keine Unterschiede (P > 0,05). In Bezug auf den Anteil von Herz, Leber und Magen unterschieden sich die beiden Gruppen mit den unterschiedlichsten Riboflavingehalten (N-N-N vs. H-H-H) nicht voneinander (P > 0,05).

Die Ergebnisse zeigen, dass die nativen Riboflavingehalte ökologischer Futtermischungen den Bedarf von langsam wachsenden Masthühnern nicht decken und eine Supplementierung in den ersten Lebenswochen erforderlich ist. Die hohe Zudosierung zeigte im ersten Durchgang dabei keinen positiven Effekt auf die Leistungs- und Schlachtparameter. Auch im zweiten Durchgang zeigten sich keine Effekte erhöhter Zudosierungen. Eine Reduktion der Ribo-flavin-Supplementierung insbesondere in den späteren Mastabschnitten scheint daher geeignet, die erhöhten Kosten, die beim Einsatz des getesteten Produktes entstehen, auszugleichen. Auch wenn der

Versuch unter Bodenhaltungsbedingungen ohne Grünauslauf durchgeführt wurde, lassen sich die Ergebnisse auf Öko-Haltungsbedingungen übertragen, da eine mögliche Aufnahme von Riboflavin aus dem Grünfutter auch unter Freilandbedingungen in den entscheidenden Lebenswochen zu Mastbeginn nicht realisiert werden kann.

Tab. 6: *Schlachtparameter im zweiten Durchgang (LS Means)*

| Merkmal | Versuchsgruppe | | | | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| | N-H-H | N-N-N | H-H-H | H-N-N | |
| Ausschlachtung (%) | 71,88[a] | 72,69[a] | 72,52[a] | 73,89[b] | 0,27 |
| Brust (% des SG) | 24,44 | 24,46 | 24,38 | 25 | 0,23 |
| Schenkel (% des SG) | 31,33 | 31,37 | 31,48 | 31,12 | 0,18 |
| Flügel (% des SG) | 11,32 | 11,29 | 11,41 | 11,21 | 0,07 |
| Abdominalfett (% des SG) | 1,3 | 1,45 | 1,37 | 1,49 | 0,07 |
| Leber (% des SG) | 3,23[a] | 3,06[a] | 3,10[a] | 2,82[b] | 0,07 |
| Herz (% des SG) | 0,50[a] | 0,48[ab] | 0,48[ab] | 0,46[b] | 0,01 |
| Muskelmagen (% des SG) | 1,34[ab] | 1,42[a] | 1,38[ab] | 1,24[b] | 0,04 |

[a,b]*Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($P < 0,05$)*

## Förderhinweis

Das Projekt wurde im Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft gefördert (Projektnummer 2811OE099).

## 4 Literaturverzeichnis

Lambertz C, Leopold J, Damme K, Vogt-Kaute W, Ammer S & Leiber F (2019) Effect of riboflavin source and dosage on performance traits and health indicators in broilers. Animal (18): 1-9

Olkowski AA & Classen HL (1998) The study of riboflavin requirement in broiler chickens. International Journal for Vitamin and Nutrition Research (68): 316–327

Witten S & Aulrich K (2018) Effect of variety and environment on the amount of thiamine and riboflavin in cereals and grain legumes. Animal Feed Science Technology (238): 39–46

Witten S & Aulrich K (2019) Exemplary calculations of native thiamine (vitamin B1) and riboflavin (vitamin B2) contents in common cereal-based diets for monogastric animals. Organic Agriculture (9): 155-164

# Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Legehennenfütterung

Peter Weindl[1], Lydia Pleger[1], Sina Göppel[1], Christian Lambertz[2], Gerhard Bellof[1]

[1]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
[2]Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

## Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch sollte überprüft werden, ob eine Riboflavin-Supplementierung über der von der GfE (1999) angegebenen Empfehlung von 2,5 mg Riboflavin pro kg Legehennen-Alleinfutter positive Effekte auf das Leistungsvermögen der Tiere erwarten lässt. Zur Erhöhung der Riboflavingehalte in den Mischungen wurde dazu in zwei Steigerungsstufen das neue, riboflavinreiche Produkt „EcoVit R“ der Fa. Agrano im Vergleich zu einer nicht supplementierten Gruppe eingesetzt. Der Versuch wurde mit insgesamt 144 Lohmann Brown-plus Legehybriden gemäß den Vorgaben der EU-Ökoverordnung durchgeführt. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen konnten zwischen den drei Gruppen keine signifikanten Unterschiede in den relevanten biologischen Leistungsparametern festgestellt werden.

## Abstract

A feeding trial was carried out to determine whether a riboflavin supplementation above the GfE (1999) recommendation of 2.5 mg riboflavin per kg laying hen complete feed can be expected to have positive effects on the performance of the animals. To increase the riboflavin content in the mixtures, the new, riboflavin-rich product “EcoVit R” from Agrano was used in two stages of increase compared to a non-supplemented group. The trial was carried out with a total of 144 Lohmann Brown-plus laying hens in accordance with the requirements of the EU Regulation on Organic Farming. Under the given test conditions, no significant differences in the relevant biological performance parameters could be found between the three groups.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Für eine bedarfsgerechte Versorgung mit B-Vitaminen ist eine zusätzliche Supplementierung auch im Bereich der ökologischen Monogastrierfütterung meist unerlässlich, da die in den eingesetzten Rohstoffen enthaltenen Konzentrationen entweder zu gering sind oder eine hohe Schwankungsbreite aufweisen. Hinsichtlich Riboflavin (Vitamin B2) ergeben sich seit 2019 Versorgungsengpässe, weil der letzte große Anbieter von Riboflavin als Futterzusatzstoff von einer nicht gentechnisch modifizierten mikrobiellen Herstellung auf ein gentechnisch modifiziertes Verfahren umgestellt hat (FiBL 2019). Riboflavin, das auf diesem Wege als Futterzusatzstoff produziert wird, ist aber in der ökologischen Fütterung nicht zugelassen (VO (EG) Nr. 889/2008). Riboflavin agiert im Stoffwechsel als eine Vorstufe für die Flavin-Coenzyme Flavin-Adenin-Dinukleotid (FAD) und Flavinmononucleotid (FMN), welche eine wichtige Rolle als Elektronenüberträger in einer Vielzahl von Stoffwechselreaktionen übernehmen, insbesondere hinsichtlich der Energiebereitstellung innerhalb der

Zelle. Ein Mangel an Vitamin B2 führt somit zu einer schlechteren Futter- bzw. Energieverwertung in Verbindung mit einem verzögerten Wachstum, dem vermehrten Auftreten von Kümmerern im Bestand, entzündliche Hautveränderungen und neurologische Störungen (Jeroch *et al.* 2012). Besonders bei jungem Geflügel werden in der Literatur als typische Mangelsymptome nach innen eingekrümmte Zehen und das Wegstrecken der Beine nach hinten genannt, was durch eine Schädigung der Nervenbahnen (Fehlentwicklungen im Bereich des Ischias-Nervs) bedingt ist (Göppel *et al.* 2020). Bei Zucht- und Legehennen sind neuronale Ausfallerscheinungen seltener zu beobachten. Hier zeigen sich Mangelsymptome eher durch Hautveränderungen oder schlechtere biologische Leistungen (reduzierte Legeleistung, verschlechterte Schlupfraten) (Squires und Naber 1993). Die Empfehlungen zur Riboflavin-Konzentration je kg Legehennen-Alleinfutter werden je nach Quelle in einer Größenordnung von 2,5 mg/kg (GfE 1999) bis 4,0 mg/kg (Lohmann 2017) angegeben. Getreidekomponenten erreichen i.d.R. Riboflavingehalte um 1,0 mg/kg; Ölkuchen, Körnerleguminosen und Maiskleber um 2,5 mg/kg (Witten und Aulrich 2018). Werte jenseits von 10 mg Riboflavin/kg erreichen nur wenige, derzeit in der Ökogeflügelfütterung eingesetzte Rohstoffe, wie Grünmehl, Bierhefe, Milch- und Eiprodukte (DLG 2019, eigene Erhebungen). Ein Supplementierungsbedarf ist somit vor allem bei Anwendung der Versorgungsempfehlungen von Lohmann (2017) erforderlich.

Inzwischen steht ein ökokonformes, riboflavinreiches Produkt der Fa. Agrano, 79359 Riegel am Kaiserstuhl, unter dem Markennamen „EcoVit R“ zur Verfügung (VLOG 2019). Eine Anreicherung mit Vitamin B2 in diesem Produkt wird dabei über natürliche Zuchtstämme des filamentösen Pilzes *Ashbya gossypii* erreicht. Die Riboflavin-Konzentration im trockenen Produkt wird mit > 8.000 mg/kg angegeben. Eine effektive Anhebung der Riboflavingehalte im Legehennefutter wäre damit auch bei sehr geringen Supplementierungsraten gegeben. In dem nachfolgend dargestellten Versuch sollten folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Ist die GfE-Empfehlung (1999) hinsichtlich Riboflavin-Konzentration im Legehennen-Alleinfutter auch unter Bedingungen des ökologischen Landbaus bei Lege-hybriden noch ausreichend?
- Welchen Effekt hat eine zusätzliche Riboflavin-Anreicherung auf die biologischen Leistungsparameter und die Riboflavin-Gehalte in den Eiern?
    - Welchen Beitrag kann der Grünauslauf zur Deckung des Vitamin B2-Bedarfs leisten?

## 2 Material und Methoden

Für den Fütterungsversuch wurden insgesamt 144 Legehennen der Herkunft „Lohmann brown-plus“ von einem ökologisch wirtschaftenden Legehennenbetrieb aus Bayern am 04.09.2019 zugekauft. Die Tiere waren zum Zeitpunkt der Einstallung in der 33. Lebenswoche. Die Versuchsdauer war auf acht Wochen ausgelegt. Nach der Einzeltierwiegung und Kennzeichnung mittels nummerierter Fussringe wurden die Tiere gruppenweise einer der zwölf Versuchsboxen zugeteilt, die sich wiederum auf drei Rundbogenhallen (Fa. agricultura modular, 8 x 8 m Außenmaß) verteilten. Alle Boxen verfügten über einen Zugang zu einem Grünauslauf mit einer Größe von 48 m² (4 m² pro Henne x 12 Hennen pro Box).

Getestet wurden insgesamt drei Futtermischungen mit jeweils vier Wiederholungen (Legemehl-Kontrolle „LM 2,0“ ohne EcoVit R-Zulage, „LM 3,0“ mit 0,0125 % EcoVit R und „LM 4,0“ mit 0,025 % EcoVit R, Anmerkung: Die Zahl nach „LM“ steht jeweils für die

angestrebte Riboflavin-Konzentration in mg/kg Futtermischung). Die Basismischung in allen drei Varianten war wie folgt zusammengesetzt:

- U-Weizen 27,0 %
- A-Mais 23,0 %
- A-Sonnenblumenkuchen (geschält) 23,0 %
- A-Sojakuchen 12,0 %
- Calciumcarbonat 7,5 %
- A-Grünmehl 5,0 %
- Sojaöl 1,0 %
- Vormischung 1,5 %

Die in allen Varianten eingesetzte mineralisierte und vitaminisierte Vormischung war ohne Riboflavin-Zusatz, so dass in der Gruppe „LM 2,0“ nur der native Riboflavingehalt der verwendeten Rohstoffe in der Mischung enthalten war. Die Vorlage erfolgte *ad libitum* mittels runder Futterautomaten mit ca. 17 kg Fassungsvermögen. Zudem stand in jeder Box eine Plasson-Tränke für die Wasserversorgung zur Verfügung.
Da die Tiere sowohl in ihrer körperlichen Entwicklung als auch in der Legeleistung noch Defizite aufwiesen, wurde entschieden, vor dem eigentlichen Versuchsstart eine zwei-wöchige Eingewöhnungsphase durchzuführen. Leider reichte dadurch das Futter nicht in allen Varianten für die geplante achtwöchige Hauptversuchsdauer aus. Der Versuch musste dadurch bereits nach der 7. Woche am 07.11.2019 beendet werden.
Folgende Parameter wurden im Versuch täglich erfasst: Anzahl Eier und produzierte Eimasse je Box, durchschnittliches Eigewicht und Legeleistung (errechnet), Tiergesundheit, Verluste.
Wöchentliche Erhebung von: Futter- und Gritverbrauch je Box, Eigewichte, Tiergewichte.
14-tägige Beprobung des Aufwuchses der Ausläufe der Legehennen als Sammelprobe (keine Differenzierung nach der jeweiligen Variante innerhalb eines Termins) zur Analyse auf Rohnährstoffe und Riboflavin. Letzte Probenahme am 17.10.19.
Zwei Mal während des Versuchs (17.10.19 und 07.11.19): Auswahl von zwei mittelwertsnahen Eiern pro Box zur Bestimmung der Riboflavin-Konzentration.
Die statistische Auswertung erfolgte als Varianzanalyse mit dem Programmpaket SAS 9.4 (Prozedur GLM). Signifikante Unterschiede wurden ab einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ mit unterschiedlichen Hochbuchstaben kenntlich gemacht.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 1 sind die analysierten Inhaltsstoffe der drei im Versuch eingesetzten Futter-mischungen aufgeführt. Die Werte entsprechen überwiegend den Ergebnissen der Rationskalkulation (auf Basis 88 % TM). Die höheren Energiekonzentrationen sind in erster Linie den höheren TM-Gehalten geschuldet. Lysin stellt – wie zu erwarten – keinen limitierenden Faktor dar. Der Methioningehalt entspricht exakt den Empfehlungen von Lohmann (2017). Lediglich bei Riboflavin ergibt sich eine etwas größere Abweichung um durchschnittlich 15 % gegenüber den kalkulierten Werten (bezogen auf 88 % TM). Dennoch liegt die Konzentration in der Kontrollgruppe LM 2,0 noch knapp unterhalb der Empfehlung der GfE (1999). LM 3,0 und LM 4,0 entsprechen in etwa den Lohmann-Vorgaben.

Tab. 1: *Analysierte Inhaltsstoffe sowie Energiegehalte (jeweils bezogen auf die Originalsubstanz) der im Legehennen-Fütterungsversuchs eingesetzten Futtermischungen*

| Merkmal | Einheit | LM 2,0 | LM 3,0 | LM 4,0 |
|---|---|---|---|---|
| Trockenmasse | g/kg | 916 | 914 | 913 |
| Rohprotein | g/kg | 189 | 194 | 191 |
| $AME_N$ | MJ/kg | 11,3 | 11,6 | 11,4 |
| Lysin | g/kg | 8,2 | 8,0 | 8,1 |
| Methionin | g/kg | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Riboflavin | mg/kg | 2,4 | 3,6 | 4,8 |

Die Leistungsdaten aus dem Versuch sind in Tab. 2 dokumentiert. Auffallend ist der hohe Futterverbrauch während des Versuchs, der zum einen auf den Kompensationsbedarf der Tiere (Soll-Lebendgewicht in der 33. Lebenswoche liegt nach Lohmann bei 1.981 g), dem generell sehr hohen Leistungsniveau aber auch Futterverschwendung geschuldet sein dürfte.
Grundsätzlich kann aus den biologischen Leistungsdaten abgeleitet werden, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Abhängigkeit der Riboflavingehalte zu beobachten waren. Teilweise zeigte sogar die Gruppe mit der höchsten Versorgungsstufe die schlechtesten Werte. Ebenso konnte kein gerichteter oder gar signifikanter Zusammenhang zwischen der Riboflavin-Konzentration im Legemehl und der Konzentration je kg Vollei ermittelt werden. Hier lagen die Durchschnittswerte bei 4,13 mg/kg (LM 2,0), 4,35 mg/kg (LM 3,0) bzw. 4,20 mg/kg (LM 4,0), jeweils bezogen auf die Frischmasse.

Tab. 2: *Futterverbrauch, Gewichtsentwicklung und Legeleistungsdaten im siebenwöchigen Hauptversuch (LS-Means, ± SE)*

| Merkmal | Einheit | LM 2,0 | LM 3,0 | LM 4,0 | SE | p-Wert |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Futterverbrauch | g/Henne u. Tag | 151 | 146 | 145 | 4,6 | 0,6576 |
| Gritverbrauch | g/Henne u. Tag | 5,8 | 5,4 | 5,0 | 0,40 | 0,3770 |
| LG (Versuchsstart) | g/Tier | 1.849 | 1.864 | 1.822 | 17,4 | 0,2789 |
| LG (2. Versuchswoche) | g/Tier | 1.903 | 1.924 | 1.893 | 15,5 | 0,3775 |
| LG (4. Versuchswoche) | g/Tier | 1.949 | 1.977 | 1.930 | 23,5 | 0,4101 |
| LG (7. Versuchswoche) | g/Tier | 2.008 | 2.000 | 1.949 | 16,0 | 0,0554 |
| Zunahmen | g/Henne u. Woche | 22,7 | 19,5 | 18,1 | 1,97 | 0,2927 |
| Legeleistung | % | 94,2 | 94,6 | 93,2 | 1,47 | 0,7730 |
| Produzierte Eimasse | g/Henne u. Tag | 58,9 | 60,4 | 58,0 | 1,43 | 0,5121 |
| Durchschn. Eigewicht | g/Ei | 62,5 | 63,8 | 62,2 | 0,79 | 0,3515 |

Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen allerdings zwei wesentliche Punkte berücksichtigt werden:

- Der Versuch wurde während der Vegetationszeit auf einer bis dato nicht von Legehennen genutzten Grünlandfläche durchgeführt. Es war somit – zumindest für die erste Hälfte des Versuchszeitraums – reichlich hochwertiger Aufwuchs vorhanden, der zusätzlich von den Tieren aufgenommen werden konnte. Die Riboflavin-Gehalte in der Trockenmasse der Aufwuchsproben erreichten dabei Werte von bis zu 20 mg/kg TM. Die tägliche Aufnahme von 5 % dieses hochwertigen Materials erhöht rein rechnerisch die Riboflavin-Konzentration im Legemehl um ca. 1 mg/kg!

- Riboflavin kann aufgrund der relativ schlechten Löslichkeit in Wasser relativ gut in der Leber eingelagert werden. Zwar wurde der Aufwuchs im Auslauf aller Varianten nach der 4. Versuchswoche mit einem Rasenmäher zurück gemäht, um das Angebot für die Tiere zu verknappen und „Schwarzauslauf-Bedingungen" zu simulieren. Möglicherweise reichte der restliche Versuchszeitraum von drei Wochen aber nicht aus, um die Speicher der Tiere vollständig zu entleeren und zumindest bei der LM 2,0-Gruppe einen Leistungsrückgang zu provozieren.

## 4 Schlussfolgerung und Ausblick

In dem vorliegenden Versuch konnten keine leistungssteigernden Effekte durch eine zusätzliche Vitamin B2-Zulage in Form des riboflavinreichen Produktes „EcoVit R" der Fa. Agrano nachgewiesen werden. Die nativen Gehalte an Riboflavin in den eingesetzten Rohstoffen schienen – in Verbindung mit der teils intensiven Nutzung des Auslaufs – ausreichend gewesen zu sein. Weitergehende Untersuchungen zur Versorgungssituation unter „Schwarzauslauf-Bedingungen" bzw. über einen längeren Zeitraum, vorzugsweise in den Wintermonaten November bis März, wären für eine abschließende Bewertung hilfreich.

## Förderhinweis

Der Versuch wurde im Rahmen des Verbundprojektes „Neue Quellen für Riboflavin" (FKZ: 2811OE099, BÖLN) von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert.

## 5 Literaturverzeichnis

DLG (2019) Datenbank Futtermittel, online-Anwendung unter http://datenbank.futtermittel.net. Zuletzt abgerufen am 18.11.2019

FiBL (2019) Bio-zertifiziertes Einzelfuttermittel mit hohem Gehalt an Vitamin B2 am Markt. Medienmitteilung am 24.04.2019. Herausgeber: Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frankfurt a. Main. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2019/mm-fiblde-riboflavin_20190424.pdf

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

Göppel S, Weindl P, Lambertz C, Damme K & Bellof G (2020) Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Putenaufzucht. In: Wiesinger K, Reichert E, Saller J, Pflanz W (Hrsg.): Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2020, Tagungsband. – Schriftenreihe der LfL 6/2020, 77-80

Jeroch H, Simon A & Zentek J (2013) Geflügelernährung. Eugen Ulmer KG, Stuttgart

Lohmann (2017) Management Guide – Alternative Haltung (Management Empfehlungen für die Aufzucht und Haltung von Legehennen in Boden, Volieren und Freilandhaltung). Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven. Online verfügbar unter https://www.ltz.de/de/downloads/management-guides.php#anchor_f650cada_Accordion-2-Alternative-Haltung

Squires M.W. & Naber E.C. (1993) Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in laying hen: riboflavin study. Poult. Sci. 72 (3): 483-494

VLOG (2019) Gentechnikfreies Vitamin B2 für die Tierhaltung. Online-Beitrag vom 03.05.19, https://www.ohnegentechnik.org/aktuelles/nachrichten/2019/mai/gentechnik-freies-vitamin-b2-fuer-die-tierhaltung/. Zuletzt abgerufen am 15.12.2019

VO (EG) Nr. 889/2008: Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle

Witten S & Aulrich K (2018) Effect of variety and environment on the amount of thiamine and riboflavin in cereals and grain legumes. Animal Feed Sci. and Techn. (238): 39-46

# Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Aufzucht schwerer Putenherkünfte

Sina Göppel[1], Peter Weindl[1], Christian Lambertz[2], Klaus Damme[3], Gerhard Bellof[1]

[1]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, Fachgebiet Tierernährung
[2]Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt a. M.
[3]Lehr-,Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung, Kitzingen (LVFZ)

## Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 576 männlichen Putenküken des schweren und schnellwachsenden Genotyps „B.U.T. 6“ in der Aufzuchtphase (1. – 28. Lebenstag) wurden verschiedene Gehalte eines neuen riboflavinhaltigen Produkts in Alleinfuttermischungen getestet. Geprüft wurden die Merkmale Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, Futter-verbrauch pro kg Zuwachs und Mortalität. Ergänzend wurden Untersuchungen zur Motorik der Tiere sowie Organ- und Gewebeuntersuchungen durchgeführt. Durch Minder-leistungen in den untersuchten Merkmalen, höherer Sterblichkeitsrate und Bewegungs-störungen fielen ausschließlich die zwei Varianten ohne Supplementierung von Riboflavin auf.

## Abstract

In a feeding trial with 576 male turkey chicks of the heavy bred turkey genotype "B.U.T. 6" in the rearing phase (phase 1: 1st to 28th day), different levels of riboflavin (vitamin B2) in complete feed mixtures were tested. At the end of phase 1 animals fed with the lowest content of riboflavin significantly showed the lowest results in feed consumption and weight gain as well as poorer motor skills. Losses occured primarily in the feeding groups with the lowest riboflavin content. For the other riboflavin levels, no significant differences were found. In addition, studies on the motor skills of the animals as well as organ and tissue examinations were carried out. The pathological examination confirmed at least slight neuropathy on the sciatic nerve in 10 out of 12 examined animals. This is clearly attributable to a riboflavin deficiency.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Die Verfügbarkeit von Riboflavin (Vitamin B2) aus gentechnikfreier Herstellung ist seit einiger Zeit nicht mehr gegeben. Die Fa. Agrano hat zwischenzeitlich ein neues bio-zertifiziertes, riboflavinhaltiges Futtermittel ("EcoVit R") entwickelt (Weindl *et al.* 2020).

Für die Putenaufzucht unter ökologischen Fütterungsbedingungen liegen bezüglich Vitamin B2 keine fundierten Bedarfsempfehlungen vor. Daher sollten in der vorliegenden Studie folgende Fragen untersucht werden:

- Kann das ökokonforme Riboflavinprodukt der Fa. Agrano als Quelle zur Vitamin B2-Versorgung in der ökologischen Putenaufzucht eingesetzt werden?

- Welcher Bedarf an Vitamin B2 kann für die ökologische Putenaufzucht empfohlen werden?
- Ist unter den Bedingungen einer abgesenkten Versorgung mit essentiellen Aminosäuren eine reduzierte Vitamin B2-Versorgung möglich?

# 2 Material, Tiere und Methoden

## Versuchsablauf

Die Betrachtung konzentriert sich ausschließlich auf Hähne des Genotyps "B.U.T. 6" in den ersten 28 Lebenstagen. Es wurde ein dreifaktorielles Versuchsdesign mit zwei ver-schiedenen Aminosäuren-Versorgungsstufen und je sechs verschiedenen Riboflavin-Versorgungsstufen und zwei verschiedenen Standorten absolviert. Bei abgesenktem Energiegehalt, zwei verschiedenen Aminosäurestufen und je sechs unterschiedlichen Gehalts-stufen von Riboflavin wurden die Werte für Futterverbrauch, Gewichtsentwicklung und Mortalität erhoben. Demzufolge gab es zwölf verschiedene Varianten zu betrachten. Die Versuchsdurchführung erfolgte jeweils mit gleicher Tierzahl in der Versuchsstation des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums für Geflügel- und Kleintierhaltung in Kitzingen und im Versuchsstall Zurnhausen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Campus Weihenstephan. Die 576 Tiere verteilten sich auf zwölf Varianten mit je vier Wiederhol-ungen. Um eine Vergleichbarkeit der Standorte zu gewährleisten, wurden möglichst gleiche Voraussetzungen geschaffen. Der Versuch fand an beiden Standorten zeitgleich mit identischen Futtermischungen statt. Vor der Einstallung wurden die Eintagsküken aus einem gemeinsamen Schlupf tierindividuell gewogen und bezüglich Mittel-wert und Standardab-weichung so zugeordnet, dass die Gruppengewichte zu Beginn des Versuchs einheitlich waren. Tierindividuelle Wiegungen erfolgten an Tag 14 und Tag 28. Auch die Wiegung des Futters zur Ermittlung des Futterverbrauchs und -aufwands wurde wöchentlich vorgenommen. Die taggenauen Futterrestmengen wurden an Tag 7, 14 und 28 abgewogen und sowohl die Restfuttermenge, als auch die erneut eingewogene Futtermenge erfasst.

An drei Terminen wurden die Bewegungsabläufe der Tiere in Zurnhausen einem subjektiven visuellen Scoring, dem "Gait Score", unterzogen und bewertet. Verstorbene Tiere wurden gekennzeichnet, gewogen und eingefroren. Ergänzend wurden an diesen und auffällig gewordenen Tieren Organ- und Gewebsuntersuchungen durch das Labor des TGD Bayern in Poing-Grub durchgeführt.

## Fütterung

Die Futtermischungen wurden auf Basis der Empfehlungen des Zuchtunternehmens Aviagen für schnellwachsende, große Putenherkünfte für die konventionelle Aufzucht und Mast erstellt. Um die erforderliche Ausstattung mit Methionin als erstlimitierender Aminosäure unter ökologischen Fütterungsbedingungen realisieren zu können, wurde ein abgesenktes Energieniveau ($AME_N$) angestrebt (Bellof & Schmidt 2014). Entsprechend hierzu wurde auch die Ausstattung für Vitamin B2 und weitere relevante Inhaltsstoffe zurückgenommen.

Die Tiere erhielten pelletierte Alleinfuttermischungen (AF), deren Energiegehalt im Vergleich zu konventionellen Empfehlungen des Zuchtunternehmens Aviagen (Aviagen Turkeys 2019) um rund 10 % abgesenkt waren. Es wurden $AME_N$-Gehalte von 11,0 MJ/kg in

den Futtermischungen angestrebt. Entsprechend dieser Absenkung waren auch die Gehalte der Aminosäuren in den Mischungen reduziert und lagen für die erst-limitierende Aminosäure Methionin für Gruppe 1 bei 5,8 g/kg AF und für Gruppe 2 bei 5,1 g/kg AF.

In den Versuchsmischungen wurde die Versorgung mit Vitamin B2 in 10 %-Schritten bis auf ein Niveau von 50 % der Bedarfsdeckung reduziert. Dies geschah für die beiden Amino-säurenstufen auf analoge Art (Tabelle 1). Somit wurde eine Spanne von 8,9 mg bis 4,0 mg Vitamin B2 pro kg AF angestrebt. Bei der Ausstattung der Versuchsmischungen wurde der jeweilige native Gehalt der Rohstoffe berücksichtigt. Die Aufdosierung erfolgte mit dem ökologisch zertifizierten Riboflavin-Trockenprodukt "EcoVit R" der Firma "Agrano". Die Varianten 1.6 und 2.6 waren ausschließlich mit den nativen Riboflavin-gehalten ohne Supplementierung ausgestattet. Die Futter- und Wasseraufnahme erfolgte *ad libitum*.

Tab. 1: *Versuchsdesign für den Fütterungsversuch Riboflavin in der Putenaufzucht*

| **Merkmal** | | **Variante** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1.1** | **1.2** | **1.3** | **1.4** | **1.5** | **1.6** | **2.1** | **2.2** | **2.3** | **2.4** | **2.5** | **2.6** |
| $AME_N$ | MJ/kg AF | 11,0 | | | | | | | | | | | |
| Methionin | g/kg AF | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,1 |
| Riboflavin | mg/kg AF | 8,9 | 8,0 | 7,2 | 6,3 | 5,4 | 4,5 | 8,0 | 7,2 | 6,4 | 5,6 | 4,8 | 4,0 |

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Analyseergebnisse der Futtermischungen zeigten deutlich geringere Riboflavingehalte als vorab berechnet. Die Riboflavingehalte der Rohstoffe wichen von den für die Planung herangezogenen Tabellenwerten teilweise stark ab. Die angestrebte Abstufung zwischen den Varianten konnte dennoch erreicht werden.

Tab. 2: *Analysierte Riboflavingehalte der Futtermischungen in mg/kg AF*

| Variante | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Riboflavin | 7,5 | 6,8 | 5,6 | 4,4 | 3,4 | 2,3 | 6,4 | 5,6 | 4,9 | 3,9 | 3,1 | 2,3 |

Die durchschnittliche Verlustrate über den gesamten Versuch betrug 3,3 %. Zwischen den verschiedenen Varianten waren keine Unterschiede festzustellen, lediglich die Gruppen der Riboflavin-Versorgungsstufe 1.6 und 2.6 zeigten – gegenüber den Vergleichsgruppen statistisch gesichert – höhere Verluste. Aufgrund steigender Verluste und vermehrt auf-tretenden Tieren mit neurologischen Ausfällen, bei denen ein Ausscheiden ebenfalls drohte, wurden die Varianten 1.6 und 2.6 ab dem 16. Versuchstag über das Tränkewasser zusätzlich mit Vitamin B2 über das Produkt EcoVit R versorgt.

Die Tiere der AS-Gruppe 1 verzehrten über die gesamte Versuchsdauer signifikant mehr Futter als die Tiere der AS-Gruppe 2. Bei den Varianten der Riboflavin-Versorgungs-stufen konnten, bis auf die Variante mit der geringsten Versorgung, keine signifikanten

Unterschiede festgestellt werden. Die Riboflavin-Varianten x.6 zeigten ab der zweiten Woche bis Versuchsende signifikant niedrigere Futteraufnahmen als die anderen Gruppen.

Die Gruppen mit geringerer Aminosäurenausstattung blieben in der Gewichtsentwicklung signifikant hinter den höher versorgten Gruppen zurück (836 g vs. 937 g). Bereits ab der zweiten. Lebenswoche waren die Tiere der AS-Stufe 2 signifikant leichter, was auch zum Versuchsende zu beobachten war. Ebenfalls blieben die nicht supplementierten Varianten (1.6 und 2.6) in ihrer Gewichtsentwicklung hinter den supplementierten Varianten zurück (782 g vs. 908 g).

Die Bewertung der Mobilität mit dem "Gait Score" ergab einen erhöhten Anteil an Tieren mit Bewegungsauffälligkeiten in den Riboflavin-Varianten 1.6 und 2.6. Die pathologische Untersuchung (TGD) bestätigte bei 10 von 12 eingeschickten Tieren aus diesen Varianten einen Riboflavinmangel.

## 4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Riboflavingehalte der in der ökologischen Geflügelfütterung üblichen Futtermittel reichen nicht aus, um den Bedarf der Tiere an Vitamin B2 zu decken. Somit ist auch in der ökologischen Putenaufzucht eine Riboflavin-Supplementierung zwingend erforderlich, um den Bedarf der Tiere sicherstellen zu können. Ein Gehalt von 4 mg Riboflavin pro kg Alleinfutter sollte bei ökologisch gehaltenen Puten schwerer Herkünfte in der Aufzucht erreicht werden. Das eingesetzte Trockenprodukt "EcoVit R" zeigte eine gute Eignung für den Einsatz in pelletierten Alleinfuttermischungen. Die im vorliegenden Versuch vor-genommene Absenkung der Gehalte an Aminosäuren und damit einhergehend an Riboflavin kann nicht abschließend bewertet werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

## Förderhinweis

Das Verbundprojekt "Riboflavin" wurde im Rahmen des Programms „BÖLN“ von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (FKZ 2815OE052).

## 5 Literaturverzeichnis

Aviagen Turkeys (2019) Feeding Guidelines for Nicholas and B.U.T. Heavy Lines. http://www.aviagenturkeys.com/de-de/products/b-u-t-6 (Zugriff: 15.01.2020)

Bellof G, Schmidt E (2014) Effect of low or medium energy contents in organic feed mixtures on fattening and slaughter performance of slow or fast growing genotypes in organic turkey production. Europ. Poult. Sci., 78, DOI: 10.1399/eps.2014.9

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2004) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastputen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Weindl P, Pleger L, Göppel S, Lambertz C, Bellof G (2020) Untersuchungen zur Riboflavinversorgung in der ökologischen Legehennenfütterung. In: Wiesinger K, Reichert E, Saller J, Pflanz W (Hrsg.): Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2020, Tagungsband. – Schriftenreihe der LfL 6/2020, 71-76

# Einfluss von gemälztem Weizen auf die zootechnische Leistung von Öko-Mastgeflügel

Sylvia Kuenz[1,2], Klaus Damme[2], Wilhelm Windisch[1], Daniel Brugger[3]

[1]Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung
[2]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Kleintier- und Geflügelhaltung
[3]Universität Zürich, Institut für Tierernährung

## Zusammenfassung

Durch gezielte Keimung kann die Phosphorverfügbarkeit von Getreiden verbessert werden. Aus diesem Grund wird in vorliegender Studie der Einfluss von gemälztem Weizen auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastbroilern untersucht. Hierfür wurde ein Fütterungsversuch mit vier Varianten durchgeführt (A: Malz + P niedrig; B: Malz + P hoch; C: Weizen + P niedrig; D: Weizen + P hoch). Den 2.000 Eintagsküken (Ranger Classic) stand von Tag 1 bis Tag 16 Öko-Kükenstarter zur Verfügung. Lebendgewicht, Futter- und Wasseraufnahme wurden wöchentlich erhoben. An Tag 57 wurden die Tiere geschlachtet. Anschließend wurden der Schlachtkörper, die inneren Organe und die Teilstücke gewogen. Es konnte festgestellt werden, dass Tiere, die unbehandelten Weizen erhielten, eine durchgängig höhere Mast- und Schlachtleistung aufwiesen, als jene, die mit Weizenmalz gefüttert wurden. Der P-Gehalt hatte keinerlei Einfluss. Es ist davon auszugehen, dass Keimung von Weizen keinen positiven Effekt auf die Leistung langsam wachsender Broiler hat.

## Abstract

The aim of this study was to increase the phosphorous (P) availability of grain using germination and to investigate the effect of malted wheat on the fattening and slaughter performance of slowly growing meat chickens. Four different diets were formulated for this experiment containing either wheat or malted wheat in combination with or without P supplementation. 2,000 day-old broiler chickens (Ranger Classic) were used for this feeding trial. From day 1 to day 16, birds were fed with an organic starter diet. From day 17 onwards, the experimental diets were fed. Daily gains, feed and water consumption were recorded penwise on a weekly basis. On day 57, the birds were slaughtered and the weights of carcass, cuts and edible viscera were documented. Analyses showed that untreated wheat led to higher performances than malted wheat. P supplementation had no impact on performance parameters. To summarize, the germination of wheat had no beneficial effect on the performance of slowly growing meat chickens.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Hauptanteil monogastrischer Rationen sind hauptsächlich Weizen und andere Getreidearten. Der in Weizen enthaltene Phosphor ist allerdings zu 85 % an Phytinsäure gebunden (Schlemmer *et al.* 2009) und ist somit für das monogastrische Tier nur eingeschränkt verfügbar. Zudem ist der Phytatkomplex in der Lage mit divalenten Kationen, wie Eisen, Kupfer oder Zink Chelate zu bilden, wodurch sich Engpässe in der

Spurenelementversorgung ergeben können (Humer *et al.* 2015). In der konventionellen Tierhaltung werden daher Phytasen mikrobieller Herkunft zugesetzt, um die Phosphor- und Spurenelementverfügbarkeit zu verbessern. Diese Vorgehensweise ist aber in ökologischen Systemen nicht gestattet. Zahlreiche Studien suggerieren, dass durch gezielte Keimung eine Reduktion des phytatgebundenen Phosphors möglich sei (Flamme *et al.* 2003, Harmuth-Hoene *et al*. 1987, Lemmens *et al*. 2018), was auf die Aktivierung der nativen Phytase des Getreidekorns hinweist. Vorliegende Studie untersucht nun den Effekt von gemälztem Weizen auf die Mast- und Schlachtleistung von langsam wachsenden Mastbroilern.

## 2 Material und Methoden

Für den Fütterungsversuch wurden vier unterschiedliche Rationen verwendet. Diese enthielten entweder 40 % unbehandelten Weizen oder 40 % Weizenmalz (jeweils Gewichtsprozent). Jeweils eine Ration der beiden Varianten wurde zudem noch 1,5 % Mono-calciumphosphat als Phosphorquelle hinzugegeben (Tabelle 1). Insgesamt wurden 2.000 Eintagsküken der Herkunft Ranger Classic eingestallt (beide Geschlechter). Von Tag 1 bis einschließlich Tag 16 stand den Tieren ein ökologischer Kükenstarter *ad libitum* zur Verfügung. An Tag 17 wurden die Versuchstiere zufällig den Versuchsrationen zugeteilt (fünf Wiederholungen pro Futtervariante, 100 Tiere pro Abteil). Lebendgewicht, Futteraufnahme und Wasseraufnahme wurde jede Woche abteilweise erhoben. An Tag 57 wurden die Tiere geschlachtet. Nach der Schlachtung wurde das Gewicht der essbaren Innereien (Herz, Magen, Leber), des Schlachtkörpers, sowie der wertvollen Teilstücke erhoben. Mast- und Schlachtleistungsdaten wurden anschließend durch zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Weizenvariante (nativ, gemälzt), Phosphorgehalt (hoch, niedrig) und deren Interaktionen ausgewertet.

Tab. 1: *Rationszusammensetzung der unterschiedlichen Fütterungsgruppen*

| **Komponente (%)** | **Variante A** | **Variante B** | **Variante C** | **Variante D** |
|---|---|---|---|---|
| Weizenmalz | 40,00 | 40,00 | --- | --- |
| Weizen | --- | --- | 40,00 | 40,00 |
| Monocalciumphosphat | --- | 1,50 | --- | 1,50 |
| Kieselgur | 1,80 | 0,30 | 1,80 | 0,30 |
| Sojakuchen | ----------25,55---------- | | | |
| Weizenkleie | ----------8,00---------- | | | |
| Erbsen | ----------7,55---------- | | | |
| Maiskleber | ----------4,59---------- | | | |
| Mais | ----------3,65---------- | | | |
| Sesamkuchen | ----------4,00---------- | | | |
| Sonnenblumenöl | ----------2,50---------- | | | |
| Calciumcarbonat | ----------1,63---------- | | | |
| Natriumchlorid | ----------0,20---------- | | | |

## 3 Ergebnisse

Der Austausch von nativem Weizen gegen Weizenmalz hat ab Tag 28 signifikant niedrigere Lebendgewichte ($p = 0{,}0081$) zur Folge. Hähnchen, die mit den Varianten C und D gefüttert wurden, nahmen ab Tag 28 zudem signifikant mehr Futter auf ($p < 0{,}001$), welches sich ebenfalls in der Futterverwertung widerspiegelt. Überraschenderweise hatte der Verzicht auf die Phosphorzulage keinerlei Einfluss auf die Lebendmasse und die Futteraufnahme. Ebenfalls hatten weder die Weizenvariante noch der Phosphorgehalt einen signifikanten Einfluss auf den Wasserverbrauch im Mastverlauf. Dieser Sachverhalt setzte sich auch bei der Auswertung der Schlachtleistung fort. Tiere, die mit den Varianten C und D gefüttert wurden, wiesen ein höheres Schlachtköpergewicht ($p < 0{,}001$) sowie ein höheres Gewicht der Flügelpaare ($p = 0{,}044$), der Schenkelpaare ($p < 0{,}001$) und der Brust ($p < 0{,}001$) auf. Auch hier konnte kein Einfluss des Phosphorgehaltes festgestellt werden. Bei den inneren Organen konnten keine signifikanten Gewichtsunterschiede bei Leber und Herz festgestellt werden. Bei den mit unbehandelten Weizen gefütterten Varianten hingegen war der Magen der Tiere signifikant größer ($p = 0{,}0095$) als bei den Varianten A und B.

## 4 Diskussion

Lemmens *et al.* (2018) konnten in ihren Versuchen zeigen, dass mit zunehmender Keimdauer der Phytatgehalt in Weizen signifikant reduziert wurde. Auch bei vorangegangen *in vitro* Versuchen von Kuenz *et al.* (2019) konnte ähnliches gezeigt werden. Daher wurde angenommen, dass die Keimung einen positiven Einfluss auf die Phosphorverfügbarkeit habe und sich dies in der Mast- und Schlachtleistung widerspiegeln könnte. Dies konnte allerdings im Versuch nicht bestätigt werden. Vielmehr konnte gezeigt werden, dass herkömmlicher Weizen gegenüber Weizenmalz in Bezug auf zootechnische Merkmale sowie Schlachtleistung entscheidende Vorteile aufweist. Interessanterweise scheint eine Absenkung des P-Gehalts keinerlei Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Broiler zu haben. Eine Erklärung wäre, dass der P-Bedarf der gewählten Genetik im Vergleich zu Hochleistungstypen niedriger ist. Ohnehin enthält Weizen einen relativ hohen Gehalt an Phosphor im Vergleich zu anderen Getreidearten. Möglicherweise kam es daher zu keinem Mangel an verdaulichem Phosphor, sondern nur zu einer geringen Unterversorgung, die noch zu keiner Ausprägung äußerlich sichtbaren Mangelsymptomen (Leistungseinbruch) führte. Eine genauere Abklärung kann demnach erst durch die Untersuchung der Knochen erfolgen. Das Mälzen schien generell einen Verlust an Futterqualität nach sich zu ziehen. Durch die Behandlung könnte es durch Veratmung zu einem Verlust an leicht löslichen Kohlenhydraten und zu einem Abbau von Proteinverbindungen kommen. Ebenfalls möglich wäre eine Eiweißschädigung infolge von Maillard-Reaktionen während der Trocknung.

## 5 Literaturverzeichnis

Flamme W, Kurpjun C, Seddig S, Jansen G & Jürgens H-U (2003) Gekeimte Samen als Futtermittel – Analytik: Germinated seeds as feed – analysis. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt (02OE662). Bundesprogramm Ökologischer Landbau, https://orgprints.org/13457/

Harmuth-Hoene A-E, Bognar A E, Kornemann U & Diehl J F (1987) Der Einfluss der Keimung auf den Nährwert von Weizen, Mungobohnen und Kichererbsen. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung (185): 386–393

Humer E, Schwarz C & Schedle K (2015) Phytate in pig and poultry nutrition. Journal of animal physiology and animal nutrition (99): 605–625

Kuenz S, Burkhardt F, Ruß W, Obermaier S, Schollenberger M, Rodehutscord M, Damme K, Windisch W & Brugger D (2019) Untersuchungen zum Einfluss der Mälzung auf die Diversität und Konzentration der Phytatfraktion in Weizen. ALVA- Jahrestagung 2019, Tagungsbericht: 405-407

Lemmens E, de Brier N, Spiers K M, Ryan C, Garrevoet J, Falkenberg G, Goos P, Smolders E & Delcour J A (2018) The impact of steeping, germination and hydrothermal processing of wheat (Triticum aestivum L.) grains on phytate hydrolysis and the distribution, speciation and bio-accessibility of iron and zinc elements. Food chemistry (264): 367–376

Schlemmer U, Frølich W, Prieto R M & Grases F (2009) Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. Molecular nutrition & food research (53) Suppl 2: 330-75

# Einsatz von Luzernetrockenblatt in der ökologischen Legehennenfütterung

Lydia Pleger, Petra Weindl, Peter Weindl, Diana Messinger, Gerhard Bellof

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, Fachgebiet Tierernährung

## Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 24 Legehennen (Lohmann Brown Plus) wurden verschiedene Anteile an Luzerneblättern (LB) in Alleinfuttermischungen getestet (Kontrolle (K) 0 %, 10/15/20 % LB). Vor allem höhere Luzerneblattanteile (15 %, 20 % LB) führten zu Leistungsdepressionen (verringerte Futteraufnahme, Gewichtsverlust, verringerte Legeleistung), die vermutlich durch antinutritiv wirksame Saponine in LB ausgelöst wurden.

## Abstract

A feeding trial with 24 laying hens (Lohmann Brown Plus) was conducted to evaluate the effects of different levels of alfalfa leaves (AL) in complete feed mixtures (control (C) 0 %, 10/15/20 % AL, resp.). High AL contents in particular (15 %, 20 % AL) decreased performance (lower feed intake, weight losses, reduced egg production), which was probably due to antinutritional saponins in AL.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Die Blattmasse von Luzerne weist ein hohes Potential als Eiweißfuttermittel in der öko-logischen Monogastrierfütterung auf (Hoischen-Taubner & Sundrum 2016). In einem Fütterungsversuch mit Broilern führte der Einsatz von steigenden Anteilen an getrockneten Luzerneblättern (LB) in Alleinfuttermischungen allerdings zu starken Leistungsdepressionen (niedrigere Futteraufnahmen und Gewichtsentwicklungen) (Pleger *et al.* 2019). In einem Fütterungsversuch sollte daher untersucht werden, ob der Einsatz von getrockneten LB auch bei der Legehenne zu einer verringerten Futteraufnahme und Leistungsdepressionen führt.

## 2 Material und Methoden

Es wurden 24 Legehennen der Herkunft Lohmann Brown Plus in einem Feststall gehalten und auf vier Fütterungsvarianten (Kontrolle (K) mit 0 % LB; 10 % LB; 15 % LB; 20 % LB) verteilt. Die pelletierten Alleinfuttermischungen stammten aus dem o. g. Broilerfütterungsversuch (Pleger *et al.* 2019). Durch den Einsatz der identischen Futtermischungen konnte verglichen werden, ob die eingemischten LB auch auf die Legehenne vergleichbare Auswirkungen haben. Die Futtermischungen bestanden aus 100 % ökologischen Rohstoffen und waren isoenergetisch und isonitrogen konzipiert. Zur bedarfsgerechten Calciumversorgung erfolgte eine zusätzliche Vorlage von Muschelgrit.

Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn (sechs Tiere pro Variante) so zugeordnet, dass die Gruppengewichte einheitlich waren. Die Tiere stammten von einem ökologisch wirtschaftenden Legehennenbetrieb und zeigten zum Zeitpunkt der Einstallung (23. Lebenswoche) eine Legeleistung von 95 %. Futter und Wasser stand den Tieren *ad libitum* zur Ver-fügung.

Während des Versuchs wurden der Futterverbrauch und die Entwicklung der Tiergewichte wöchentlich ermittelt. Außerdem wurden Legeleistung, Eigewicht und die produzierte Eimasse erfasst. Die Versuchsdauer umfasste 42 Tage.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die steigenden Anteile von LB in den Alleinfuttermischungen führten dosisabhängig zu signifikanten Leistungsdepressionen bei den Legehennen (Tabelle 1). Der Futterverbrauch war in der Kontrollgruppe am höchsten und sank mit den steigenden Anteilen an LB stark ab. In der Folge nahm Gruppe K zu, während es zu Gewichtsverlusten in den LB-Gruppen kam. Diese waren vor allem in den Gruppen 15 % LB und 20 % LB hoch. Auch die Parameter Legeleistung, Eigewicht und Eimasse nahmen dosisabhängig ab.

Tab. 1: *Ausgewählte Leistungsparameter im Fütterungsversuch mit Legehennen*

| **Merkmal** | | **K** | **10% LB** | **15% LB** | **20% LB** | **p[1]** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Futterverbrauch 1.-14. Tag | g/Tier und Tag | 114,6 | 103,1 | 80,8 | 72,2 | - |
| Futterverbrauch 1.-42. Tag | g/Tier und Tag | 122,2 | 112,9 | - | - | - |
| Gewicht Tag 1 | g | 1792 | 1775 | 1773 | 1788 | 0,9600 |
| Gewicht Tag 14 | g | 1834[a] | 1738[ab] | 1603[bc] | 1589[c] | 0,0066 |
| Gewicht Tag 28 | g | 1902[a] | 1674[b] | - | - | 0,0164 |
| Gewicht Tag 42 | g | 1971[a] | 1748[b] | - | - | 0,0248 |
| Tageszunahmen 1.-14. Tag | g/Tag | 3,0[a] | -2,6[ab] | -12,2[bc] | -14,2[c] | 0,0045 |
| Tageszunahmen 1.-42. Tag | g/Tag | 4,3 | -0,6 | - | - | 0,0187 |
| Legeleistung 1.-14. Tag | % | 95,2 | 92,9 | 84,5 | 71,4 | - |
| Legeleistung 1.-42. Tag | % | 95,2 | 87,3 | - | - | - |

[1] Irrtumswahrscheinlichkeit p; [a, b, c] unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen ($p \leq 0,05$); statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.4 (Prozedur GLM)

Aufgrund ihrer stark verringerten Leistung wurden die Gruppen 15 % LB und 20 % LB nach 14 Tagen aus dem Versuch genommen. Auch Gruppe 10 % LB zeigte eine niedrigere Futteraufnahme und verlor zunächst deutlich an Gewicht, was bis zum Ende des Versuchs aber wieder etwas kompensiert wurde (Tag 42). Die Legeleistung war im Vergleich zu K ebenfalls verringert.

Auch Mouraõ *et al.* (2006) berichten von Gewichtsabnahmen und einer reduzierten Legeleistung, verringerten Eigewichten und Eimassen bei der Fütterung von Legehennen mit 15 % Luzernemehl (Ganzpflanze). Diese Leistungsdepressionen sind vermutlich auf das Vorkommen von antinutritiv wirksamen Saponinen in der Luzerne zurückzuführen, die vor allem in Blättern und Wurzeln auftreten (Sen *et al.* 1998). Antinutritive Effekte von Saponinen sind u. a. ein bitterer Geschmack, eine vermutlich dadurch bedingte verringerte Futteraufnahme und Wachstumsdepressionen (Cheeke 1983). Laudadio *et al.* (2014) prüften

ebenfalls einen Mischungsanteil von 15 % Luzernemehl (Ganzpflanze) in Rationen von Legehennen, fanden allerdings im Vergleich zur luzernefrei versorgten Kontroll-gruppe keine Leistungsunterschiede.

## 4 Schlussfolgerung und Ausblick

Bereits niedrige Anteile (10 %), v. a. aber höhere Anteile (15 bzw. 20 %) an LB in Alleinfuttermischungen führten zu stark verminderten Leistungen von Legehennen, vermutlich bedingt durch antinutritiv wirksame Saponine. Aufgrund des relativ hohen Protein-gehaltes, des hohen Flächenertrags und der regionalen Erzeugung wird dennoch weiterhin Potential in Luzerneblättern als Aminosäurenquelle für Geflügel gesehen. Für einen erfolgreichen Einsatz in der Geflügelfütterung bedarf es aber der weiteren Erforschung der Luzernesaponine (biologische Aktivität individueller Saponine, Sortenunterschiede, Ernte-zeitpunkt, Konservierung, Einsatzmenge).

## Förderhinweis

Das Projekt GRUENLEGUM wird vom BMEL gefördert (FKZ 2815OE039).

## 5 Literaturverzeichnis

Cheeke P R (1983) Biological properties and nutritional significance of legume saponins. In: Telek L & Graham H D (Eds) Leaf Protein Concentrates. Avi Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut: 396-414

Hoischen-Taubner S & Sundrum A (2016) Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne und Perserklee. Endbericht BÖLN-Projekt, FKZ 11OE055. https://orgprints.org/30426/

Laudadio V, Ceci E, Lastella NMB, Introna M & Tufarelli V (2014) Low-fiber alfalfa (Medicago sativa L.) meal in the laying hen diet: Effects on productive traits and egg quality. Poultry Science (93): 1-7

Mourão JL, Ponte PIP, Prates JAM, Centeno MSJ, Ferreira LMA, Soares MAC & Fontes CMGA (2006) Use of β-Glucanases and β-1,4-Xylanases to Supplement Diets Containing Alfalfa and Rye for Laying Hens: Effects on Bird Performance and Egg Quality. Journal of Applied Poultry Research (15): 256-265

Pleger L, Weindl PN, Weindl PA, Aulrich K & Bellof G (2019) Einsatz von Luzerne-trockenblatt in der ökologischen Broilermast. In: Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel: 302-305. www.orgprints.org › Beitrag_217_final_a

Sen S, Makkar HPS & Becker K (1998) Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. Journal of Agricultural and Food Chemistry (46): 131–140

# Rispenhirse, eine trockenheitstolerante Kultur für die menschliche Ernährung und für die Geflügelhaltung

Werner Vogt-Kaute[1], Lukas Vogt[1], Roland Hoffmann-Bahnsen[2], Rudolf Vögel[3]

[1]Öko-Beratungsgesellschaft mbH, Fachberatung für Naturland
[2]HNE Eberswalde
[3]VERNe.V.

## Zusammenfassung

Rispenhirse (*Panicum milliaceum*) hatte im Mittelalter in Deutschland eine große Bedeutung für die menschliche Ernährung (Körber-Grohne 1987, Vogt-Kaute 2018). Als trockenheitstolerante C4 Pflanze könnte die Rispenhirse wieder mehr Bedeutung erlangen. Die Erträge in den Sortenversuchen in den Jahren 2018 und 2019 auf zwei Standorten in Brandenburg und einem in Bayern lagen mit 13 bis 35 dt/ha im Bereich der Erwartungen. Spätreife Sorten waren im Ertrag den frühreifen Sorten nicht überlegen. Eine frühe Verunkrautung mit Knöterich hatte auf zwei Standorten einen großen Einfluss auf die Erträge.

## Abstract

Proso millet (*Panicum milliaceum*) used to play an important role in human nutrition in Germany in the Middle Ages. As a draught tolerant C4 crop, proso millet could now regain importance. Yields of the variety trials on two sites in Brandenburg and one in Bavaria in 2018 and 2019 reached 13 to 35 dt/ha, thus meeting expectations. Late maturing varieties did not achieve higher yields than early maturing varieties. The weed Polygonum spec. considerably affected yields on two sites.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Als trockenheitstolerante C4 Pflanze könnte die Rispenhirse in Zeiten des Klimawandels wieder mehr Bedeutung erlangen. In einem früheren BÖLN-Projekt wurden in Rispen-hirse hohe Methioningehalte von bis zu 3,8 g/kg gefunden (Grashorn 2014). Das macht sie für die Geflügel- und Schweinefütterung interessant. Traditionell wurden in Österreich und Südosteuropa Küken mit Rispenhirse gefüttert.

## 2 Material und Methoden

32 Sorten Rispenhirse wurden 2018 und 2019 auf zwei Standorten in Brandenburg (Wilmersdorf, Dahlem) und jeweils einem Standort in Unterfranken (2018 Ramsthal, 2019 Dittlofsroda) ausgesät. Es wurden Feldaufgang, Zeitpunkt Ährenschieben, Krankheiten, Wuchslänge, Lagerneigung, Zeitpunkt Reife und Ertrag bestimmt. Der Gehalt an Aminosäuren wird analysiert. Eine Sorte wird zusätzlich mit Kieserit (Magnesiumsulfat) gedüngt, um einen Einfluss der Schwefeldüngung auf die Gehalte an Aminosäuren zu klären.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Am Standort Ramsthal (55 Bodenpunkte, Lößlehm auf Muschelkalk) lagen 2018 die Erträge aller Sorten in einem Bereich von 29 bis 36 dt/ha (Tab. 2). Die spätreifen Sorten waren den frühreifen Sorten ertraglich nicht überlegen. Einige Sorten gingen frühzeitig stark ins Lager (Tab. 1). Deshalb wurde der Versuch 2019 auf den Standort Dittlofsroda (35 Bodenpunkte, Buntsandstein) verlegt. Dort lagen die Erträge 2019 zwischen 5 und 20 dt/ha. Die Aussaat erfolgte jeweils in der zweiten Maiwoche. Der kühle und regen-reiche Mai 2019 führte zu einem langsamen Feldaufgang und einer Verunkrautung mit Knöterich. Die Verunkrautung verschwand zwar bis zur Ernte, beeinflusste aber den Ertrag stark. Eine ähnliche Situation gab es 2018 am Standort Wilmersdorf in Brandenburg, allerdings bei wärmeren Bedingungen. In keinem der Versuche waren bisher die spätreifen Sorten überlegen.

Tab. 1: *Wuchslänge, Lager und Reife Ramsthal 2018*

| Sorte | Wuchshöhe [cm] | Lager | Reife |
|---|---|---|---|
| RUS Mittel | 84 | 4 | 3 |
| Krupnoskoroje 1+2 | 75 | 8 | 3 |
| Quartett | 77 | 3 | 2 |
| Aseldo | 82 | 2 | 5 |
| Consanti | 95 | 2 | 5 |
| Kornberger | 83 | 4 | 4 |
| Lisa | 91 | 2 | 3 |
| Bernburger | 93 | 7 | 3 |
| Braunhirse | 90 | 2 | 2 |
| Italien | 110 | 2 | 9 |

Tab. 2: *Erträge Ramsthal 2018, Wilmersdorf 2018, Dittlofsroda 2019 in dt ha$^{-1}$*

| Sorte | Ramsthal 2018 | Wilmersdorf 2018 | Dittlofsroda 2019 |
|---|---|---|---|
| RUS Mittel | 35 | 22 | 13 |
| Krupnoskoroje 1+2 | 34 | 24 | 13 |
| Quartett | 32 | 20 | 21 |
| Aseldo | 31 | 23 | 11 |
| Consanti | 36 | 21 | 14 |
| Kornberger | 33 | 25 | 11 |
| Lisa | 29 | 20 | 16 |
| Bernburger | 31 | 25 | 21 |
| Braunhirse | 32 | 24 | 17 |
| Italien | 29 | 19 | 5 |

## 4 Schlussfolgerung

Der Anbau der trockenheitstoleranten Rispenhirse ist in Zeiten des Klimawandels eine interessante Alternative. Die Rispenhirse reagiert empfindlich auf kühle Bedingungen im Mai und damit verbundene Unkrautkonkurrenz. Zu frühe Aussaattermine, wie im Jahr 2019, können zu Mindererträgen führen.

Förderhinweis: Das Projekt wird im Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) unter der Nummer 1815NA189 gefördert.

## 5 Literaturverzeichnis

Grashorn M *et al* (2014) Bestimmung präcecaler Verdaulichkeitskoeffizienten für heimische Energie- und Proteinfuttermittel für die Bio-Hühnermast, Abschlussbericht BÖLN Projekt 2811OE070

Körber-Grohne U (1987) Nutzpflanzen in Deutschland, Kulturgeschichte und Biologie, Theiss Verlag, ISBN 3-8062-0481-0

Vogt-Kaute W *et al.* (2018) Past, present and future of proso millet in Germany and Austria. In: Santra D et al proceedings of 3rd international millet sympo-sium, Fort Collins: 27

# Organische Düngung in der Karpfenteichwirtschaft: Fischertrag und Umweltaspekte

Jan Másílko[1], Martin Oberle[1], Dennis M. Kallert[2], Christina Loy[2], Wolfgang Städtler[1], Martin Wiesmeier[3]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei
[2]Kallert & Loy GbR
[3]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## Zusammenfassung

Dieses Mesokosmenexperiment befasst sich mit verschiedenen Maßnahmen zur Steigerung der Naturnahrung in Teichen unter Nutzung natürlicher Ressourcen. Das Ziel war, Naturertrag, Nachhaltigkeit und Produktqualität in der Karpfenteichwirtschaft zu verbessern. Durch organische Düngung mit Pferde- und Hühnermist (3t/ha) konnte in Teichen mit nährstoffärmeren Teichböden ($P_2O_5$-CAL 13,4 mg/100 g Boden) die Nährtierdichte erhöht und der Fischertrag durchschnittlich um etwa 200 kg/ha gesteigert werden. Zudem hatte die organische Düngung am Ende der Produktionsperiode keinen signifikanten Einfluss auf die Wasser- und Bodenqualitätsparameter.

## Abstract

The aim of this study was the evaluation of various measures to enhance natural forage production in ponds in order to increase the intrinsically produced fish yield in a mesocosm experiment in typical carp pond culture, increasing sustainability and product quality. In ponds with nutrient-poor pond bottoms ($P_2O_5$-CAL 13.4 mg/100 g soil), organic fertilisation with horse and chicken manure (3t/ha) increased the nutrient density while the average fish yield increased by about 200 kg/ha. At the end of the production period, the organic load of the water and pond soil was not significantly increased by the amounts of natural fertilizer used.

## 1 Einleitung

Die Naturnahrung ist in der Karpfenteichwirtschaft in verschiedener Hinsicht von großer Bedeutung. Ziel der vorliegenden Studie war daher, die Naturnahrung in Karpfenteichen durch organische Düngung zur steigern und die Auswirkungen auf Fischertrag und Umwelt zu untersuchen.

## 2 Material und Methoden

Der Düngungsversuch ohne zusätzliche Fütterung wurde in insgesamt 24 runden Plastik-Versuchseinheiten (PVE) mit einer Fläche von 25 m² in zwei benachbarten Teichen (12 PVE pro Teich) in Höchstadt an der Aisch (Bayern, Deutschland) vom 4. Mai bis 11. Oktober 2017 über fünf Monate durchgeführt. Vier Gruppen wurden gebildet. Als Kontrolle (K) diente eine Gruppe ohne Düngung und ohne Fischbesatz. Die anderen drei

Gruppen wurden mit einsömmerigen Karpfen mit einer Dichte von 4000 Stück/ha besetzt. Davon blieb eine Gruppe ungedüngt (OD) und zwei Gruppen wurden zusätzlich mit organischem Dünger gedüngt (Hühnermist (HM) und Pferdemist (PM)). Die Düngung wurde während des Versuchszeitraums ab Versuchsbeginn zweimal durchgeführt. Die Gesamtmenge an natürlichen Düngemitteln betrug 3 t Frischmasse/ha. Die Zusammensetzung der Düngemittel ist in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: *Nährstoffanalyse für organische Düngemittel. Anteile (%) bezogen auf die Trockensubstanz (TS)*

| Düngemittel | TS (%) | Stickstoff | Kohlenstoff | Schwefel | Phosphor |
|---|---|---|---|---|---|
| Pferdemist | 26,3 | 1,78 | 42,08 | 0,22 | 0,58 |
| Hühnermist | 75,0 | 2,40 | 31,17 | 0,26 | 1,77 |

Die Gruppengröße betrug sechs PVE pro Behandlung. Zum Zeitpunkt der Ernte wurden alle Karpfen aus allen Teichen und Gruppen gemessen und gewogen. Der Zuwachs wurde berechnet. Physikalische Parameter des Wassers wurden *in situ* gemessen. Hydrochemische Parameter des Wassers und Parameter der Bodenqualität wurden nach Standard-methoden in Laboren untersucht.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

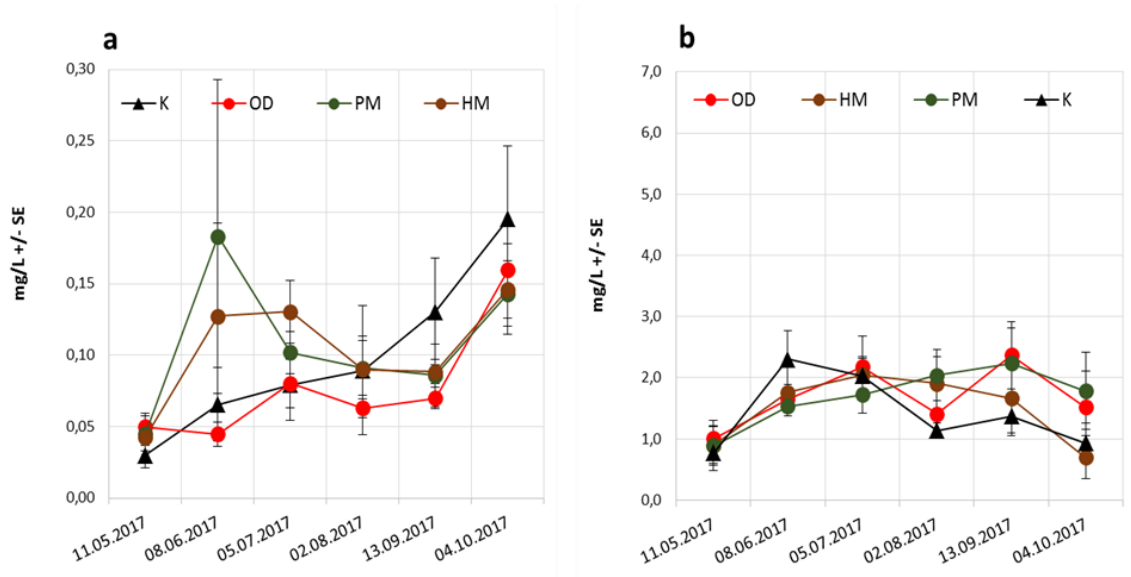



*Abb. 1: Mittlere Gesamtphosphat-Gehalte (**a**) und Gesamtstickstoff- Gehalte (**b**) in Düngeversuchen mit PVE und mit Fischbesatz im nährstoffarmen Teich zu verschiedenen Probeterminen. (K = Kontrolle ohne Fische, OD = Ohne Düngung, PM = Pferdemist, HM = Hühnermist)*

Die Mittelwerte der Wasserwerte *in situ* waren im fischverträglichen Bereich und die Wassertemperatur verschiedener Gruppen war ähnlich (Mittelw. ± SD; 19,4 ± 3,7 °C). Die mittleren pH-Werte variierten nicht stark zwischen den Gruppen. Der höchste Mittelwert des pH-Wertes (8,5 ± 0,7) wurde bei der Behandlung beobachtet, bei der weder Fische besetzt, noch gedüngt wurde. Der gelöste Sauerstoff war zwischen verschiedenen Be-

handlungsgruppen sehr ähnlich und der Mittelwert ± SD (8,4 ± 3,6 mg/l) war im fischverträglichen Bereich und stimmen mit denen von Hartman *et al.* (2005) überein. Die gemessenen Werte für Gesamtphosphat und Gesamtstickstoff im Wasser in den Versuchsgruppen verdeutlichten den sehr geringen Unterschied (Abb. 1). Diesen konnten wir augenscheinlich durch keine der Düngungsvarianten über das Maß dessen, was in den Ansätzen auch verbraucht wurde, erhöhen.

Der Ertrag (Zuwachs) und weitere Produktionsdaten des Versuches zur Teichdüngung mit Fischbesatz sind in Tab. 2 dargestellt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede ($P > 0,05$) bezüglich dem Fulton Konditionsfaktor (FK) und den Verlusten zwischen den Gruppen beobachtet. Allerdings war der Ertrag pro Hektar in Gruppen mit Düngung signifikant höher ($P < 0,05$) als in der Gruppe ohne Düngung. Der Unterschied zwischen den Gruppen mit Düngung im Vergleich zu den nicht gedüngten Gruppen stieg im Durchschnitt auf über 200 kg/ha. Das Endgewicht der Karpfen war in der Gruppe, in der keine Düngung durchgeführt wurde, am niedrigsten.

Tab. 2: *Mittelwerte teichwirtschaftlicher Produktionsparameter in mit Karpfen besetzten Versuchsparzellen nach Düngung in Teichen mit nährstoffärmeren Teichböden*

| Parameter | Kontrolle (n = 4) | Pferdemist (n = 5) | Hühnermist (n = 4) |
|---|---|---|---|
| **Stückgewicht bei Besatz (g)** | 73 ± 12 (n = 40) | 72 ± 13 (n = 50) | 73 ± 14 (n = 50) |
| **Stückgewicht bei Abfischung (g)** | 248 ± 43[a] (n = 34) | 267 ± 36[a] (n = 48) | 296 ± 38[b] (n = 36) |
| **Ertrag (kg/ha)** | 551 ± 117[a] | 741 ± 108[b] | 772 ± 56[b] |
| **Verluste (%)** | 15 ± 13 | 4 ± 5 | 10 ± 8 |
| **FK** | 2,9 ± 0,3 (n = 34) | 2,8 ± 0,2 (n = 48) | 2,9 ± 0,2 (n = 36) |

*n: Anzahl der Proben; FK: Fulton Konditionsfaktor. Verschiedene hochgestellte Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($P < 0,05$)*

Die Parameter der Qualität des Teichbodens im Düngeversuch in PVE sind in Tab. 3 dargestellt. In den meisten Fällen wurden bei den erhobenen Parametern (pH-Wert, Gesamtkohlenstoff (Ct), Gesamtstickstoff (Nt), pflanzenverfügbarer Phosphor ($P_2O_5$-CAL) und Gesamt-Phosphat (Ges. - $P_2O_5$)), keine signifikanten ($P < 0,05$) Unterschiede zwischen den Gruppen am Ende der Saison beobachtet. Ebenso hatten die Gruppen mit Düngung etwa die gleichen Werte bezüglich der meisten Parameter der Bodenqualität im Vergleich zur Gruppe ohne Düngung.

Tab. 3: *Mittelwerte ± SD von Parametern der Teichbodenqualität in gefüllten PVE mit unterschiedlichem Teichmanagement (Düngung/Besatz) am Ende der Produktionsperiode, Gehalte und Anteile bezogen auf die Trockenmasse der Bodenproben*

| Parameter | Kontrolle (n = 6) | Pferdemist (n = 5) | Nur Karpfen (n = 4) | Hühnermist (n = 4) |
|---|---|---|---|---|
| **pH-Wert** | 7,2 ± 0,1 | 7,2 ± 0,1 | 7,3 ± 0,1 | 7,3 ± 0,1 |
| **Ct (mg/g)** | 39,6 ± 12,2 | 51 ± 6,9 | 47,9 ± 8,3 | 42,8 ± 6,4 |
| **Nt (mg/g)** | 3,1 ± 1,0 | 3,9 ± 0,6 | 3,8 ± 0,7 | 3,4 ± 0,7 |
| **$P_2O_5$ – CAL (mg/100 mg)** | 13,4 ± 3,9 | 15,8 ± 3,7 | 16,2 ± 4,8 | 18,1 ± 5,8 |
| **Ges. - $P_2O_5$ (mg/100 mg)** | 124 ± 27,4 | 147,5 ± 21,4 | 139,8 ± 26,8 | 131,3 ± 32,7 |

*n: Anzahl der Proben; Kontrolle: ohne Fischbesatz und Düngung.*

Wezel *et al.* (2013) untersuchten in insgesamt 83 Teichen von 2007 bis 2009 neben dem Einfluss von verschiedenen Teichmanagementmaßnahmen (Fütterung, Düngung und Kalkung) auf die Wasserqualität auch den Einfluß auf die Qualität der Teichböden. Insgesamt bestätigen sie einen nur begrenzten Einfluss von Teich-Managementmaßnahmen auf die chemische Qualität von Teichwasser und -sediment. Lediglich bezüglich des pflanzenverfügbaren Phosphors stellen sie eine signifikante Erhöhung bei Düngung fest. Dies kann durch unsere Ergebnisse nicht bestätigt werden. Tendenziell wies die Gruppe ohne Fischbesatz (Kontrolle) den niedrigsten Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor auf. Dabei dürfte nicht der Fischbesatz ursächlich sein für die tendenziell höheren Werte an pflanzenverfügbarem Phosphor. In den fischfreien Versuchsparzellen kam es durch den fehlenden Besatz zu einer starken Entwicklung von Makrophyten. Makrophyten bewirken einen Nährstoffentzug in Teichböden (Oberle *et al.* 2019).

## Danksagung

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

## 4 Literaturverzeichnis

Hartman P, Přikryl I & Štědronský E (2005) Hydrobilogie. Informatorium, Prag [auf Tschechisch]

Oberle M, Kallert D, Másílko J, Loy C & Wiesmeier M (2019) Steigerung der Natur-nahrung zur Förderung einer nachhaltigen und ökologischen Produktion in der Karpfenteichwirtschaft. Schlussbericht BÖLN-Projekt, FKZ 2815NA079, https://orgprints.org/36507

Wezel A, Robin J, Guerin M, Arthaud F & Vollod D (2013) Management effects on water quality, sediments and fish production in extensive fish ponds in the Dombes region, France. Limnologica 43 (3): 210-218

# Fischteiche als Rückzugsraum für seltene Arten

Christian Vogelmann, Christian Seitel, Martin Oberle

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei

## Zusammenfassung

In der Öffentlichkeit wird die Teichwirtschaft häufig als „Gegner“ des Naturschutzes angesehen, da die fischereiliche Bewirtschaftung als reine Nutzung eingestuft wird. Traditionell bewirtschaftete Teiche bzw. Teichgebiete erbringen jedoch eine Reihe von Ökosystemdienstleistungen. Anhand des naturschutzfachlichen Wertes werden deren Leistungen für die Erhaltung der Biodiversität aufgezeigt.

## Abstract

Pond fish culture is often seen as an “opponent” of nature conservation by the public, as fish cultivation in ponds is considered as pure resource exploitation. However, traditionally managed ponds or pond areas provide a range of ecosystem services. In this paper, their services for the conservation of biodiversity are illustrated on the basis of their nature conservation value.

## 1 Einleitung

Naturschutzmaßgaben auf Europa-/Bundes- sowie Landesebene, die die Teichwirtschaft entweder direkt oder indirekt betreffen, können zu Zielkonflikten zwischen Teichwirtschaft und Naturschutz führen. Jedoch können bewirtschaftete Karpfenteiche bzw. Teichgebiete wertvolle Ökosystemdienstleistungen vor allem auch zu Erhalt und Förderung der Biodiversität erbringen.

Natürliche Auen- und Stillgewässer sind aufgrund anthropogener Einflüsse vielerorts verloren gegangen. Teiche bzw. Teichgebiete können in unserer vom Rückgang der Bio-diversität gezeichneten Kulturlandschaft als wertvolle Ersatzlebensräume für wasser-gebundene Tier- und Pflanzenarten fungieren.

Ziel ist es, den naturschutzfachlichen Beitrag von Teichanlagen und ganzen Teichgebieten darzustellen.

## 2 Methode

Durch die geografische Verschneidung (Arc-Map/GIS) mit den Ergebnissen der Artenschutzkartierung der Naturschutzverwaltung wird die Biodiversität in teicharmen- bzw. teichreichen Gebieten verglichen.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Für die teichwirtschaftlichen Kerngebiete Bayerns im Aischgrund, sowie in den Land-kreisen Tirschenreuth und Schwandorf wurde ein Aufkommen speziell bedrohter Amphibien- und Libellenarten festgestellt, das die Biodiversität benachbarter teicharmer Regionen weit übersteigt und dem Artenreichtum der letzten verbliebenen bayerischen

Flussauen nahekommt (Seitel & Oberle 2019). Der hohe naturschutzfachliche Wert traditionell bewirtschafteter Karpfenteiche als Bio-tope und Rückzugsraum wird dadurch bestätigt (Clausnitzer 2010, Matzinger 1995, Schulte 2000). Dies zeigt sich beispielsweise auch im jüngst erbrachten Nachweis des seltenen Muschelschalers *Leptestheria dahalacensis* in bayerischen Karpfenteichen (Vogelmann *et al*. 2020), der in Bayern seit 2007 als verschollen galt (Heckes *et al.* 2016).

## 4 Literaturverzeichnis

Clausnitzer H-J (2010) Amphibien, Fische und Amphibienschutzgewässer. Rana (11): 28–36

Heckes U, Hess M, Burmeister E-G *et al.* (2016) Überprüfung der Vorkommen von "Urzeitkrebsen" in Bayern (Crustacea: Anostraca, Notostraca und "Conchostraca"). Lauterbornia: 71–92

Matzinger T (1995) Teiche in der Landschaft. Bedeutung, Funktion & Gefährdung, Vol. 36. Wien: Bundesamt für Wasserwirtschaft. Retrieved from http://www.wasseraktiv.at/resources/files/2014/9/10/6668/teiche-landschaft-ebook.pdf

Schulte R (2000) Teichwirtschaften – Sahnestücke des internationalen Arten- und Biotopschutzes. Ergebnisse eines Seminars der NABU-Akademie Gut Sunder vom 23.10. bis 24.10.1999. Retrieved from www.nabu-akademie.de/berichte/99teiche.htm

Seitel C & Oberle M (2019) Ökosystemdienstleistungen der Karpfenteichwirtschaft. Fischer und Teichwirt (11/19): 409–412

Vogelmann C, Másílko J, & Oberle M (2020) *Leptestheria dahalacencis* in einer Karpfenzucht in Bayern (Crustacea, Branchiopoda, Conchostraca). Abh. Ber. Mus. Naturkde Magdeburg (in Druck)

# Anbauwürdigkeit von ausdauerndem Weizen in Deutschland

Werner Vogt-Kaute, Lukas Vogt

Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Fachberatung für Naturland

## Zusammenfassung

Der Anbau von ausdauerndem Weizen könnte insbesondere auf marginalen Standorten eine ökonomisch wie ökologisch interessante Option für einen extensiven Anbau dar-stellen. Auf drei Standorten in Bayern wurden im Herbst 2017 fünf Zuchtlinien von ausdauernden Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) und als Vergleich zwei einjährige Weizensorten gesät. Weitere Parzellen wurden zusätzlich mit Weißklee und Erdklee eingesät. Die drei Standorte sind aufgrund schlechter Bodenqualität nur bedingt für den Anbau von Weizen geeignet. Im Jahr 2018 lag der Ertrag der ausdauernden Zuchtlinien bei 49 bis 96 % der Sorte Capo, die durchschnittlich 17,4 dt/ha erreichte. Der Ertrag 2019 lag bei 9 bis 38 % der Sorte Capo, die durchschnittlich 10,8 dt/ha erreichte, wobei die Standorte große Unterschiede aufwiesen. Der Wiederaustrieb im Herbst war sowohl 2018 als auch 2019 durch die starke Trockenheit auf allen Standorten deutlich beeinträchtigt und zeigte Unterschiede zwischen den Linien bis hin zum Totalausfall auf einem Standort. Die Erträge der Varianten mit Untersaaten unterschieden sich in den beiden Erntejahren nicht signifikant von den gehackten Varianten.

## Abstract

The cultivation of perennial wheat could represent an economically and ecologically interesting option for extensive cultivation, particularly in marginal sites. In autumn 2017, five breeding lines of perennial wheat (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*) and as a comparison two varieties of annual wheat were sown at three sites in Bavaria. Other plots were additionally sown with white clover and subterranean clover. Due to poor soil quality, the three sites are suitable for growing annual wheat to a limited extent only. In 2018, the yield of the perennial breeding lines was 49 to 96 % of the annual variety Capo, which reached an average of 17.4 dt/ha. In 2019, the yield was 9 to 38 % of the annual variety Capo, which reached an average of 10.8 dt/ha, with the locations showing large differences. The autumn re-emergence was significantly affected by the severe drought at all sites in 2018 and 2019 and showed differences between the lines up to a total failure at one site. The yields of the plots with undersown clover did not differ significantly from the variants that were hoed in both years.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Der Anbau von ausdauerndem Weizen kann insbesondere auf marginalen Standorten eine ökonomisch wie ökologisch interessante Option für einen extensiven Anbau darstellen. Im Vordergrund seines Anbaus stehen nicht die Ertragsmaximierung, sondern die Minimierung des Aufwands sowie ökologische und naturschutzfachliche Aspekte wie Offenhaltung der Landschaft, Refugien für Tier- und Pflanzenwelt etc. Die perennierenden Weizenpflanzen haben ein tiefreichendes Wurzelsystem, wodurch es zu einer effektiven Wasser- und

Nährstoffaufnahme kommt. Damit einhergehen eine Erhöhung der organischen Substanz, Förderung der Bodenfauna und eine Verbesserung der Bodenstruktur. In Deutschland gibt es bisher keine Versuchsergebnisse zum Anbau von ausdauerndem Weizen.

## 2 Material und Methoden

Auf drei Standorten in Bayern (Dittlofsroda und Schwebheim in Unterfranken, Pforzen in Schwaben) wurden im Herbst 2017 fünf Zuchtlinien von ausdauerndem Weizen (*Triticum aestivum* x *Thinopyrum intermedium*), eine Mischung aus den fünf Zuchtlinien (P1-5) und als Vergleich die zwei einjährigen Weizen-sorten Capo und Livius gesät. Weitere Parzellen einer Mischung der Zuchtlinien wurden zusätzlich mit Weißklee und Erdklee eingesät. Die drei Standorte sind aufgrund schlechter Bodenqualität nur bedingt für den Anbau von Weizen geeignet (20 bis 50 Bodenpunkte). Die Zuchtlinien wurden 2012 bis 2015 aus verschiedenen Ramschen von Stephen Jones, Washington State University, selektiert. Dabei wurden die Ähren selektiert, die am weizenähnlichsten waren. Die Aussaatstärke in den Versuchsparzellen mit 6,4 m² und drei Wiederholungen betrug 300 keimfähige Körner pro m². Der Reihenabstand betrug 40 cm, damit die Bestände gehackt werden konnten. Erfasst wurden in dem Versuch der Feldaufgang, Überwinterung, Krankheiten, Wuchshöhe, Ertrag und Wiederaustrieb. Das Erntegut jedes Versuchsgliedes wurde auf Backqualität und Saatgutqualität untersucht.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Der Feldaufgang und die Überwinterung waren auf allen Standorten gleichmäßig. Auf den Standorten Dittlofsroda und Schwebheim trat 2018 in den Linien P2, P4 und P5 starker Braunrostbefall, in Pforzen in der Linie P2 starker Befall mit Spelzenbräune auf. 2019 fand kein nennenswerter Befall mit Pflanzenkrankheiten statt. Die Wuchslänge der Linie P4 war länger als die Vergleichssorten. Die durchschnittlichen Erträge der Linien und Sorten im Erntejahr 2018 lagen in Dittlofsroda bei 13,5 dt/ha, in Pforzen bei 17,5 dt/ha und in Schwebheim bei 12,4 dt/ha. Die Linien P1, P4 und P5 erreichten Erträge, die nicht weit von den Erträgen der Weizen-Sorten Capo und Livius entfernt waren (Tab. 1).

Tab. 1: *Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2018 (±Standardabweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Sorte und Standort.*

| Linie | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim | Alle Standorte |
|---|---|---|---|---|
| P1 | 14,1 (±5,5) | 18,2 (±2,1) | 12,2 (±3,6) | 14,8 (±4,3) |
| P2 | 9,5 (±4,2) | 15,2 (±2,1) | 10,1 (±1,0) | 11,6 (±3,6) |
| P3 | 6,4 (±1,3) | 12,9 (±4,1) | 6,9 (±2,0) | 8,8 (±3,9) |
| P4 | 16,9 (±4,5) | 19,6 (±1,8) | 13,6 (±5,1) | 16,7 (±4,4) |
| P5 | 16,5 (±4,8) | 19,8 (±1,4) | 12,3 (±4,8) | 16,2 (±4,8) |
| P1-5 | 13,4 (±1,8) | 16,3 (±0,3) | 11,3 (±1,8) | 13,7 (±2,5) |
| Capo | 16,3 (±7,2) | 19,9 (±0,4) | 16,0 (±6,1) | 17,4 (±5,1) |
| Livius | 15,3 (±8,0) | 17,9 (±1,4) | 16,7 (±4,7) | 16,6 (±4,8) |

Der Wiederaustrieb 2018 war je nach Standort unterschiedlich und auf dem sandigen Standort Schwebheim am niedrigsten (Tab. 2).

Tab. 2: *Durchschnittlicher Ertrag (FM) des Wiederaustriebs 2018 (±Standard-abweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Sorte und Standort*

| Linie | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim | Alle Standorte |
|---|---|---|---|---|
| P1 | 0,5 (±0,2) | 3,0 (±1,4) | 0,1 (±0,1) | 1,2 (±1,6) |
| P2 | 0,3 (±0,3) | 0,4 (±0,4) | 0,1 (±0,1) | 0,3 (±0,3) |
| P3 | 20,9 (±9,6) | 34,8 (±7,0) | 3,0 (±1,5) | 19,6 (±15,0) |
| P4 | 0,4 (±0,3) | 1,3 (±0,7) | 0,1 (±0,1) | 0,6 (±0,6) |
| P5 | 0,1 (±0,2) | 0,5 (±0,1) | 0,1 (±0,1) | 0,2 (±0,2) |
| P1-5 | 3,9 (±1,5) | 14,0 (±2,6) | 2,2 (±0,7) | 6,7 (±5,7) |

Der Vergleich der verschiedenen Anbautechniken ergab 2018 nur geringe Unterschiede. Die Kornerträge lagen in Dittlofsroda zwischen 11,1 und 12,2 dt/ha, in Pforzen zwischen 14,0 und 15,4 dt/ha und Schwebheim zwischen 15,3 und 17,0 dt/ha. Der Wiederaustrieb lag in Dittlofsroda zwischen 2,1 und 3,9 dt/ha, in Pforzen zwischen 5,3 und 7,4 dt/ha und in Schwebheim zwischen 3,1 und 6,1 dt/ha. Die Erträge sanken im zweiten Standjahr deutlich ab, was nach dem schwachen Wiederaustrieb im Herbst 2018 zu erwarten war. Ein schwächerer Wiederaustrieb im Herbst bedeutete je nach Linie aber nicht immer einen schwächeren Ertrag im zweiten Standjahr. Auch die Erträge der einjährigen Sorten sanken auf den Standorten Pforzen und Schwebheim deutlich. Die Mischung der Linien ist tendenziell dem Durchschnitt der einzelnen Linien im Ertrag überlegen (Tab. 3).

Tab. 3: *Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2019 (±Standardabweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Sorte und Standort.*

| Linie | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim | Alle Standorte |
|---|---|---|---|---|
| P1 | 1,9 (±1,8) | 1,8 (±1,2) | 0,0 (±0) | 1,2 (±1,4) |
| P2 | 3,1 (±1,9) | 0,7 (±0,7) | 0,1 (±0,1) | 1,3 (±1,7) |
| P3 | 5,8 (±2,4) | 3,7 (±2,2) | 2,3 (±0,4) | 3,9 (±2,3) |
| P4 | 5,0 (±1,3) | 3,0 (±2,9) | 0,3 (±0,2) | 2,8 (±2,6) |
| P5 | 3,7 (±2,1) | 6,3 (±2,8) | 0,3 (±0,4) | 3,4 (±3,2) |
| P1-5 | 5,6 (±1,4) | 5,3 (±1,3) | 1,2 (±0,4) | 4,1 (±2,4) |
| Capo | 18,7 (±5,3) | 8,4 (±1,5) | 5,7 (±4,9) | 10,9 (±7,0) |
| Livius | 22,5 (±1,6) | 5,3 (±1,5) | 4,5 (±3,7) | 10,8 (±9,1) |

Der schwache Wiederaustrieb wiederholte sich 2019 aufgrund der Trockenheit und führte in Schwebheim zum Verlust einiger Parzellen (Tab. 4).

Tab. 4: *Durchschnittlicher Ertrag (FM) des Wiederaustriebs 2019 (±Standard-abweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Sorte und Standort*

| Linie | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim | Alle Standorte |
|---|---|---|---|---|
| P1 | 0,05 (±0,05) | 0,16 (±0,11) | 0,02 (±0,03) | 0,07 (±0,09) |
| P2 | 0,41 (±0,38) | 1,35 (±0,74) | 0 (±0) | 0,59 (±0,73) |
| P3 | 5,73 (±2,32) | 8,31 (±3,01) | 0,17 (±0,04) | 4,74 (±4,07) |
| P4 | 0,16 (±0,18) | 0,93 (±0,42) | 0,01 (±0,01) | 0,37 (±0,48) |
| P5 | 0,24 (±0,20) | 0,51 (±0,67) | 0 (±0) | 0,25 (±0,41) |
| P1-5 | 4,91 (±1,39) | 6,45 (±1,95) | 0,76 (±0,81) | 4,04 (±2,84) |

Die Ertragsunterschiede bei den Anbaustrategien waren auch im zweiten Standjahr gering (Tab. 5 und Tab. 6).

Tab. 5: *Durchschnittlicher absoluter Ertrag 2019 (±Standardabweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Anbaustrategie*

| Anbautechnik | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim |
|---|---|---|---|
| Hacke | 2,77 (± 1,77) | 3,39 (± 1,57) | 2,76 (± 0,58) |
| Erdklee | 4,61 (± 0,84) | 4,19 (± 1,04) | 1,61 (± 0,73) |
| Weißklee | 3,20 (± 0,86) | 3,35 (± 0,50) | 1,22 (± 0,48) |

Tab. 6: *Durchschnittlicher Ertrag (FM) des Wiederaustriebs 2019 (±Standard-abweichung) in [dt ha$^{-1}$] je Anbaustrategie*

| Anbautechnik | Dittlofsroda | Pforzen | Schwebheim |
|---|---|---|---|
| Hacke | 3,63 (± 3,64) | 1,24 (± 0,62) | 0,76 (± 0,26) |
| Erdklee | 4,84 (± 3,02) | 4,12 (± 0,74) | 0,51 (± 0,14) |
| Weißklee | 4,38 (± 2,05) | 12,01 (± 10,13) | 0,36 (± 0,11) |

Die Backqualität und die Saatgutqualität der Zuchtlinien des ausdauernden Weizens wiesen kaum Unterschiede zu den einjährigen Weizen-Sorten auf. Die Trockenheit hat den Wiederaustrieb und die Erträge im zweiten Standjahr deutlich beeinträchtigt. Das deckt sich mit Beobachtungen anderer Forschergruppen, die als Kreuzungspartner Durumweizen vorschlagen (Hayes et al 2018). Auf anderen Standorten mit höheren Niederschlägen (Ökozenter Pafendall, Luxemburg, unveröffentlicht), die das gleiche Zuchtmaterial aus dem Versuch erhalten haben, konnten weit höhere Erträge im Korn und im Wiederaustrieb erreicht werden. Es folgen noch bodenkundliche Untersuchungen.

## 4 Schlussfolgerung

Das verwendete Zuchtmaterial kam schlecht mit den trockenen Witterungsbedingungen 2018 und 2019 zurecht. Das wird einen großflächigen Anbau begrenzen. Allerdings kann der Einsatz unter bestimmten Rahmenbedingungen, z.B. Erosionsschutz, kleine Flächen, Permakultur, insbesondere unter ökologischen Gesichtspunkten trotzdem Sinn machen. Dabei ist der gemeinsame Anbau mit einem nicht zu konkurrenzstarken Klee die vielversprechendste Möglichkeit.

**Förderhinweis:** Das Projekt wird im Bundesprogramm Ökologischer Landbau and andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) unter der Nummer 1815OE065 gefördert.

## 5 Literaturverzeichnis

Curwen-McAdams C *et al.* (2017) Toward a taxonomic definition of perennial wheat: a new species xTritipyrum aaseae described. Genet Resour Crop Evol (64): 1651-1659

Hayes R C *et al.* (2018) The performance of early-generation perennial winter cereals at 21 sites across four continents. Sustainability 2018 (10): 1124

# Pollensterilität bei der Echten Kamille – Wege der Zielerreichung in der ökologisch verträglichen Pflanzenzüchtung

Bettina Faehnrich[1,2,3], Sarah Wagner[1], Chlodwig Franz[1], Beate Fraust[4], Maria Wehrle[4], Johannes Novak[1], Joana Ruzicka[1], Lars-Gemot Otto[4]

[1]Veterinärmedizinische Universität Wien, AG Funktionelle Pflanzenstoffe, Österreich
[2]Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau, Tulln, Österreich
[3]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Biomasse-Institut, Weidenbach
[4]Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), AG Quantitative Genetik, Gatersleben

## Zusammenfassung

Die Echte Kamille ist eine Hauptkultur des Arzneipflanzenanbaus in Bayern, dessen Öko-Anteil stetig wächst. Mittels Bestäubungslenkung und Kreuzung werden Sorten mit erhöhter Anbaueignung gezüchtet. Dazu untersuchten wir 21 di- (2*x*) und tetraploide (*4*x) Herkünfte über drei Generationen auf spontane oder thermisch induzierte Pollensterilität (PS). Zwei Kreuzungsversuche mit den *2*x Herkünften *Bona* (BON) und *Hungary 2* (HUN2) wurden zur zytoplasmatischen männlichen Sterilität (CMS) durchgeführt. Nachkommen von zwei Pflanzen (2*x*, 4*x*) mit spontan degenerierten Antheren ohne Pollen zeigten völlige männliche Sterilität bereits in der $F_1$ (4 %, bei *4*x) oder in der $F_2$ und $F_3$ (26 u. 18 %, bei 2*x*). Erhöhte Temperatur (30/28 °C Tag/Nacht) bewirkte erniedrigte Fertilität (42 % an Tag 3-7 vs. Kontrolle 77 %) und Nekrosen, die nach 2 Wochen regenerierten. Die Nachkommen der BONxHUN2 Kreuzungen (BH) zeigten im Mittel 30 und 22 % PS, vs. 8 und 20 % bei reziproker Kreuzung. P vs. $F_1$ resultierte in signifikante PS-Erhöhung ($p < 0.001$). Rück-kreuzungen von BH mit HUN2 in väterlicher und mütterlicher Richtung erhöhten die PS (24 u. 32 %), wobei Richtungsgebundenheit und CMS nicht bestätigt werden konnten.

## Abstract

German chamomile is one of the main medicinal crops in Bavaria, shares of the organic cultivation of which are growing continuously. Controlled pollination and crossing lead to new cultivars with increased suitability. Therefore, we screened 21 di- (2*x*) and tetraploid (4*x*) accessions over three generations for spontaneous or temperature-induced pollen sterility (PS) of hermaphroditic mother lines. Two trials with the 2*x* accessions *Bona* (BON) and *Hungary 2* (HUN2) tested maternally inherited cytoplasmic male sterility (CMS). Progeny of two plants (2*x*, 4*x*) with spontaneously degenerated anthers without pollen showed 100 % PS in $F_1$ (4 %, from 4*x*) or in $F_2$ and $F_3$ (26 and 18 %, from 2*x*, resp.). High temperature (30/28 °C day/night) decreased male fertility (42 % on days 3-7 vs. 77 % control) and caused general capitula necrosis. After two weeks, the plants recovered. Progeny of two BON x HUN2 crossing trials (BH) revealed means of 30 and 22 % PS, vs. 8 and 20 % after reciprocal crossings. P vs. $F_1$ in both trials showed increasing PS with inter-cultivar crossings ($p < 0.001$).

Backcrosses of BH with HUN2 in paternal and maternal direction again revealed increasing mean PS (24 and 32 %), whereas CMS could not be verified.

## 1 Einleitung

Kamille ist eine Hauptkultur des ca. 2400 ha umfassenden Heil- und Gewürzpflanzen-Anbaus in Bayern, bei dem man bei ökologischer Produktion mit hoher Wertschöpfung und stetigen Zuwächsen rechnen kann (Baumert 2015, KTBL 2015). Laut LfL (2018) gibt es in Bayern bereits > 500 ha Öko-Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen. Zur Erhöhung der Anbaueignung von Kamille, z.B. durch Verhinderung des Durchwuchses in Folge-kulturen, werden spezielle Sorten durch entsprechende Kreuzungen gezüchtet. Bei zwittrigen Pflanzen inkludiert dies die Notwendigkeit, Selbstungen zu unterbinden, z.B. durch Verwendung von männlich sterilen (MS) Mutterpflanzen. Es war das Ziel dieser Arbeit, bei der Echten Kamille (*Matricaria recutita* L.), (i) spontane MS aufzufinden, bzw. die Vererbung in den Folgegenerationen zu beobachten, (ii) induzierte MS durch Temperaturerhöhung zu generieren und deren Stabilität im Zeitverlauf zu verfolgen, sowie (iii) vorangegangenen Hinweisen auf natürliche zytoplasmatische männliche Sterilität (CMS) bei Kreuzungen bestimmter Herkünfte (Sorte '*Bona*' (BON) als Mutterlinie, Faehnrich *et al.* 2013) über Folgegenerationen und Rückkreuzungen nachzugehen. Die Züchtungsansätze verstehen sich mit der ganzen Pflanze, ohne Verwendung von Gentechnologie, ohne Anwendung chemisch synthetischer Stoffe (BÖLW 2018).

## 2 Material und Methoden

Das Versuchsdesign gliederte sich in drei Teile

1) spontane MS bei den 2*x* und 4*x* Herkünften BON und '*Aromi*' (ARO), bis zu 3 Folgegenerationen von jeweils einer MS-Parentalpflanze, Merkmal: Pollensterilität (PS)
2) Thermische Induktion von MS bei 21 2*x*- u. 4*x* Herkünften, 1 Generation, Merkmale: PS, Blütenkopfzustand
3) Zwei Versuche zur Erreichung von CMS nach Kreuzungen zwischen BON und *'Hungary 2*' (HUN2), zwei Folgegenerationen, Merkmal: PS.

Folgegenerationen wurden entweder durch offenes Abblühen der Parentalpopulation oder durch gezielte Kreuzungen nach manueller Emaskulierung, Isolation und Bestäubung erzielt. Zur thermischen MS-Induktion wurden 96 Pflanzen in der Phytokammer bei Langtag und 70 % rF für 6 Tage bei erhöhter Temperatur (30/28 °C - Tag/Nacht) gehalten. In vier Abschnitten (3-7, 8-13, 14-19 und 20-24 Tage) nach der Erhöhung wurde PS gemessen. Pollensterilität wurde nach visueller Evaluierung und nach Karmin-Essigsäurefärbung (KES) von reifem Pollen von bis zu fünf Blütenkörbchen unter dem Lichtmikroskop in Prozent festgestellt (Abb.1).

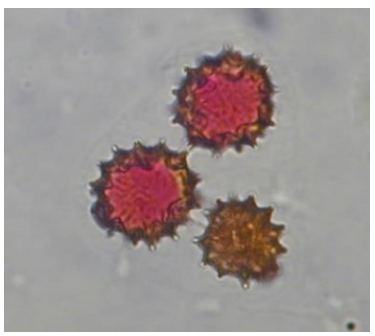


*Abb. 1: Pollen von Matricaria recutita KES-Färbung. Rechts unten ein infertiles Pollenkorn, gelblich und kollabiert. Die anderen Pollen, links und oben, sind vital. Sie erscheinen deutlich rot mit intaktem äußeren Sporoderm und Zytoplasma im Inneren*

## 3 Ergebnisse

(i) Eine zu 100 % MS-Ausgangspflanze der 2*x* Sorte BON zeigte in der $F_1$-Generation nur männlich fertile Nachkommen (52 Pflanzen, 49 blühend) mit Werten der Pollenfertilität vergleichbar zur Kontrolle (29 diploide Pflanzen mit einem Mittel von 82 % Fertilität). In $F_2$ (732 blühende Pflanzen) fanden sich 26 % völlig MS-Pflanzen. $F_3$ zeigte 18 % MS-Pflanzen. Eine zu 100 % MS-Ausgangspflanze der Herkunft 'Aromi' produzierte 290 $F_1$ Pflanzen, davon 198 blühend, von denen 8 MS (4 %) waren.

(ii) Die thermische Induktion verursachte eine deutliche Erniedrigung der Pollenfertilität in den Zeitabschnitten 3-7 Tage und 8-13 Tage nach der Temperaturerhöhung. Es zeigte sich keine 100 % pollensterile Pflanze, die Pflanzen regenerierten nach mehr als zwei Wochen (Abb. 2). Starke Genotyp-Variationen fanden sich in den ersten beiden Zeitabschnitten. Der allgemeine Blütenkopfzustand zeigte zeitlich etwas versetzt im Zeitabschnitt 8-13 Tage nach Temperaturerhöhung den höchsten Anteil an schweren Schäden mit komplett verbräunten Blütenköpfen, danach ergab sich auch hier eine Regeneration.

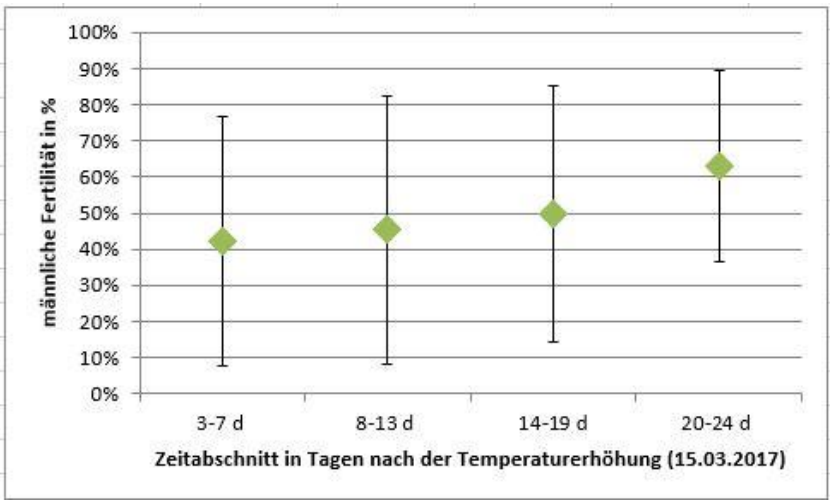



*Abb. 2 Durchschnittliche männliche Fertilität im zeitlichen Verlauf nach er-höhter Temperatur (30 °C/28 °C - Tag/Nacht). Auswertung von 96 Pflanzen aus 21 Herkünften, die männliche Fertilität der Kontrollen liegt im Durchschnitt bei 77 %*

(iii) Im ersten Versuch zeigten die reinen Parentalpopulationen BON und HUN2 durchschnittliche PS-Werte von 0,55 und 1,27 %, im zweiten Versuch lagen diese Werte bei 1,60 und 1,62 %. Eine statistische Absicherung ergab mit $p = 0{,}242$ vergleichbare Ausgangsbedingungen der beiden Versuche. Die PS der Nachkommen der Kreuzung BONxHUN2 (BH) ergaben 30,36 % und 22,42 %. Die reziproke Kreuzung HUN2xBON (HB) zeigte 8,20 und 20,07 % PS. Es ergab sich damit bei beiden Versuchen eine signifikante Verstärkung der PS durch interkultivare Kreuzungen ($p < 0{,}001$), die Kreuzungsrichtung spiegelte diesen Effekt nicht wider ($p > 0{,}05$). Rückkreuzungen der BH mit HUN2 erhöhten die PS wiederum (24 und 32 %, je nach Kreuzungsrichtung) und zehn Pflanzen entwickelten < 30 % Pollenfertilität.

## 4 Diskussion und Schlussfolgerung

Die erst in $F_2$ und $F_3$ wiederauftretende MS in der 2*x* Sorte BON deutet auf eine kerngenetische und nach Mendel vererbte rezessive Disposition der MS hin. In der polyploiden Herkunft ARO trat bereits in der $F_1$ wieder MS auf.

Thermisch induzierte MS kann transient sein oder durch Hitzeschock-Mutationen stabil erhalten bleiben (Ye *et al.* 2014). In unserer Studie wird zeitlich begrenzt eine teilweise MS

durch Hitzebehandlung erzielt. Da auch keine 100 % PS Pflanze auftrat, ist die Methode zur sicheren Bestäubungslenkung bei der Echten Kamille ungeeignet, sie könnte aber zur Erhöhung der Fremdbefruchtungsrate im Zuchtprozess verwendet werden.

CMS kann durch Kreuzung verwandtschaftlich weit entfernter Zuchtlinien auftreten (Ivanov und Dymshits 2016), wobei oftmals wiederholte Rückkreuzungen notwendig sind, um das nuklear-zytoplasmatische Merkmal der MS zu etablieren. Im Falle von *Matricaria recutita* scheint es eine Erhöhung von PS durch interkultivare Kreuzung innerhalb der Art zu geben, eine besondere Eignung der Muttersorte BON erscheint durch die Ungebundenheit der Kreuzungsrichtung unwahrscheinlich. Die Fragestellung zu der vorliegenden Arbeit entspricht den Anforderungen aus der Praxis, Arzneipflanzen als nachhaltige Spezialkultur sinnvoll in Fruchtfolgesysteme zu integrieren, Unkräuter ohne Herbizide zu kontrollieren, die Biodiversität im Landbau zu erhöhen und den Bedarf an ökologisch produzierten Rohstoffen für die Naturheilkunde abzudecken (Straub 2017; BÖLW 2018).

## Danksagung

Dieses Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fach-agentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert (FKZ 22006314 und 22008718).

## 5 Literaturverzeichnis

Baumert A. (2015) Einführung in den Heil- und Gewürzkräuteranbau. Naturland - Verband für ökologischen Anbau e.V. www.naturland.de

BÖLW (2018) Ökologische Pflanzenzüchtung: ein Beitrag zu Vielfalt und Resilienz in der Landwirtschaft - BÖLW Positionspapier. Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft, Berlin

Faehnrich B, Nemaz P & Franz C (2013) Self-incompatibility and male sterility in six Matricaria recutita varieties. Journal of Applied Botany and Food Quality (86): 167-171

Ivanov M & Dymshits G (2006) Cytoplasmic male Sterility and Restoration of Pollen Fertility in Higher Plants. Russian Journal of Genetics 43 (4): 354-368

KTBL (2015) Faustzahlen für den ökologischen Anbau. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt

LfL (2018) Flächennutzung im Ökologischen Landbau in Bayern 2018. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ernährungswirtschaft und Märkte, München

Straub M (2017) Besonderheiten und Potenziale des ökologischen Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen. In: FNR (Hrsg): Gülzower Fachgespräche, Band 56. Arznei-pflanzenanbau in Deutschland - mit koordinierter Forschung zum Erfolg. 20.-21.6.2017, Schweinfurt

Ye A, Yanhong H, Yan H, Qinghua Z, Chen P & Manzhu B (2014) Characterization of a novel male sterile mutant of Tagetes patula induced by heat shock. Euphytica (200): 159-173

# Auswirkung von entspelzt und im Spelz gesätem Dinkel

Peer Urbatzka[1], Burkhard Graber[2], Hans-Jürgen Klein[3], Sabine Mikolajewski[1], Wolfgang Miederer[4], Anna Rehm[1], Georg Salzeder[1], Johannes Uhl[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2] Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau (ehemals Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Würzburg)
[3] Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Augsburg
[4] Versuchszentrum Nordwestbayern

## Zusammenfassung

Im ökologischen Landbau steht seit kurzer Zeit auch bei Dinkel entspelztes Saatgut zur Verfügung. Um den Einfluss von entspelztem Saatgut festzustellen, wurden über drei Ernten Feldversuche in Bayern an drei Standorten durchgeführt. Drei Sorten wurden vom vorgelagerten Bereich entspelzt und mit der gleichen Saatgutpartie mit Saat im Spelz verglichen. Als zusätzliche Variante wurde eine dieser Sorten an der LfL mit einem Getreideschäler möglichst schonend entspelzt. Die Saatstärke betrug 350 keimfähige Körner/m² und 200 kg/ha.

Bei sehr schonender Entspelzung konnten vergleichbare Vesenerträge wie bei der Saat im Spelz erzielt werden. Allerdings wurden jedoch Mindererträge bei der LfL entspelzten Variante und bei einer der drei Sorten festgestellt. Ursache ist vermutlich eine nicht ausreichend schonende Entspelzung. Zu beachten ist generell die schwächere Anfangsentwicklung bei entspelztem Saatgut, da die Verunkrautungsgefahr höher ist. Andererseits fiel das Backvolumen bei entspelztem Saatgut nach einem RMT-Backtest höher aus. Für eine gute Leistung des Saatguts kommt es demnach auf die Qualität der Entspelzung an.

## Abstract

Dehulled spelt has recently become available for sowing in organic farming. In this trial, the impact of shelled spelt was examined over three years at three experimental sites in Bavaria. Three spelt varieties were dehulled by breeders or seed multipliers and compared with hulled (untreated) seed from the same seed lot. Additionally, one of the varieties was dehulled as gently as possible at the Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL) with a grain sheller machine. Seeding rates were 350 viable grains per m² and 200 kg/ha, respectively.

In general, similar spelt yields were obtained with particularly gently dehulled spelt grains in comparison to untreated sown grains. However, yield decreased in the LfL treated seed lot and for one of the three varieties due to them not being dehulled gently enough. Generally, the development in early stages is lower for shelled spelt with a higher risk of weed infestation. On the other hand, baking volume was higher for shelled spelt. Hence, high-quality shelling is crucial for a good seeds performance.

# 1 Einleitung

Dinkel zählt im ökologischen Landbau zu den wichtigen Brotgetreiden. Bei der Saat im Spelz besteht ein hohes Verstopfungsrisiko der Sägeräte mit der Folge einer ungleich-mäßigen Verteilung. Seit wenigen Jahren wird auch für den ökologischen Landbau entspelztes Saatgut am Markt angeboten. Daher wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Augsburg und Würzburg der Einfluss des Entspelzens beim Saatgut in Feldversuchen erhoben.

# 2 Material und Methoden

Die Feldversuche wurden zu den Ernten 2015, 2016 und 2017 auf insgesamt drei Standorten in Bayern durchgeführt. Diese waren Hohenkammer im Lk. Freising (Ackerzahl ca. 60, sL, langjährige Mittel 816 mm; 7,8 °C), Wilpersberg im Lk. Aichach-Friedberg (Ackerzahl ca. 60, uL, langjährige Mittel 887 mm; 8,3 °C) und in Obbach im Lk. Schweinfurt (nur 2016 und 2017; Ackerzahl ca. 70, uL, langjährige Mittel 695 mm; 9,0 °C). Es wurden vier entspelzte Varianten mit nicht entspelztem Saatgut der jeweils gleichen Saatgutpartie verglichen. Das Saatgut wurde entweder an der LfL möglichst schonend mit einem Getreideschäler der Firma Osttiroler Getreidemühlen oder seitens des vorgelagerten Bereichs (Züchter oder Vermehrungsorganisation) entspelzt.

Die Saat der Sorten Franckenkorn, Attergauer (nur 2016 und 2017) und Zollernspelz erfolgte Anfang bis Mitte Oktober mit 200 kg/ha im Spelz (Obbach 160 kg/ha) und mit 350 keimfähigen Körnern je m² in den entspelzten Varianten. Vorfrucht war jeweils eine fein- oder grobkörnige Leguminose, in Hohenkammer in 2016 und 2017 Winterweizen mit Vorvorfrucht Kleegras. Die Bonituren und Erhebungen wurden nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (2000), der Triebkrafttest wurde nach ISTA (1995, 2012) durchgeführt. Die Qualitätsanalysen sowie das Backvolumen nach einem RMT-Backtest wurden nach den Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidechemie (ICC 1976) und das Volumen nach Doose (1982) ermittelt. Als Versuchsanlage wurde eine Blockanlage oder ein Lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen gewählt. Die Auswertung erfolgte mit SAS 9.4. Alle Parameter, außer dem Vesenertrag, wurden über eine zwei-faktorielle Varianzanalyse ermittelt und die Variante ‚entspelzt an der LfL' nicht dargestellt.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Triebkraft beim verwendeten Saatgut war bei allen entspelzten Varianten schlechter als bei den im Spelz gesäten (Tab. 1). Während bei Franckenkorn und Zollernspelz der Unterschied nur gering ausfiel und die Triebkraft immer dem Schwellenwert von 80 % überstieg (vgl. Pommer *et al.* 2001), lag Attergauer entspelzt unterhalb dieses Wertes.

Die Keimdichte wurde in einer Umwelt gezählt und war in den entspelzten Varianten mehr als 50 Pflanzen je m² geringer als bei dem im Spelz gesäten Dinkel (Tab. 2). Auch der Bodendeckungsgrad als Maß für die Entwicklung in Bestockung/Anfang des Längenwachstums fiel bei den entspelzten Varianten geringer aus (Tab. 2). Dies bedeutet eine höhere Verunkrautungsgefahr bei Saat mit entspelzten Saatgut. In einer Umwelt wurde auch ein höherer Beikrautbesatz bonitiert, während in einer anderen Umwelt kein Unterschied vorlag (Daten nicht dargestellt). Im weiteren Wachstumsverlauf glichen sich die Bestände aber an. Bei den später erhobenen Parametern Massenbildung, Pflanzenlänge und Bestandesdichte lagen keine Unterschiede zwischen den Saatvarianten vor (Tab. 2). Anders reagierte der Dinkel bei der an

der LfL entspelzten Variante: hier waren Bestandesdichte und Massenbildung geringer als bei dem im Spelz gesäten Dinkel (Daten nicht dargestellt).

Tab. 1: *Triebkraft, Ertrag und Teigeigenschaften der Sorte in Abhängigkeit des Saatverfahrens*

| Sorte | Franckenkorn | | Zollernspelz | | | Attergauer | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | im Spelz | entspelzt | im Spelz | entspelzt | entspelzt* | im Spelz | entspelzt |
| **Triebkraft[2]** | 99 | 90 | 97 | 92 | 89 | 97 | 78 |
| **Vesenertrag** | 55,2 a | 56,8 a | 55,2 a | 55,7 a | 47,3 b | 47,5 b | 45,2 c |
| **Teigoberfläche[3]** | 4 | 3 (4) | 3 | 2 (3) | 3 | 2 | 2 |
| **Teigelastizität[4]** | 3 | 3 | 3 (2) | 3 (2) | 2 (3) | 2 | 2 |

*Mittelwerte aus Ernten 2015, 2016 und 2017, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$), * = entspelzt an der LfL, [2] = Ergebnis Kalttest in %, [3] = Noten von 1-6 (2 = feucht, 3 = etwas feucht, 4 = normal), [4] = Noten von 1-7 (2 = geschmeidig, 3 = normal), Noten in Klammern erkennbare Tendenz*

Zwei der vier entspelzten Saatvarianten erzielten einen vergleichbaren Vesenertrag wie die im Spelz gesäten, während die anderen beiden Varianten einen geringeren Ertrag erzielten (Tab. 1). Der Ertrag von Attergauer entspelzt lag um fünf und der von Zollernspelz an der LfL entspelzt um 15 Prozentpunkte geringer. Ursache ist vermutlich beim Attergauer die geringere Triebkraft. Sortierung und TKG waren zwischen den Saatverfahren vergleichbar (Daten nicht dargestellt).

Tab. 2: *Bonituren, Erhebungen und Qualität in Abhängigkeit des Saatverfahrens*

| | Keimdichte (Pflanzen/m²)[1] | Bodendeckung (%) | Bestandesdichte (Ähren/m²) | Massenbildung | Pflanzenlänge (cm) | Backvolumen (ml) | Glutenindex | RP-Gehalt (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Spelz** | 340 a | 42 a | 362 a | 6,1 a | 131 a | 585 b | 52 b | 13,5 a |
| **entspelzt** | 288 b | 38 b | 351 a | 6,0 a | 132 a | 610 a | 62 a | 13,4 a |

*Mittelwerte aus Ernten 2015, 2016 und 2017, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$), [1]in Hohenkammer 2016*

Während beim Rohproteingehalt keine Unterschiede bzgl. des Saatverfahrens vorlagen, fielen der Glutenindex und das Volumen in den entspelzten Varianten höher aus (Tab. 2). Demnach ist die Backqualität nach Entspelzung des Saatgutes höher zu bewerten.

Bei den Teigeigenschaften war die Teigoberfläche bei dem vom vorgelagerten Bereich entspelzten Dinkel bei Franckenkorn und Zollernspelz im RMT-Test bei einigen Umwelten etwas feuchter (Tab. 1). Bei Attergauer und bei der an der LfL entspelzten Varianten lagen keine Unterschiede vor. Bei der Teigelastizität und beim Ausbund wurden Sortenunterschiede, aber keine Unterschiede zwischen den Saatverfahren festgestellt (Tab. 1, 3).

Tab. 3: *Ausbund in Abhängigkeit der Sorte und Saatverfahren*

| | | Noten Ausbund | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sorte** | **Saatverfahren** | **11** | **12** | **13** | **21** | **22** | **23** | **31** | **32** | **40** |
| Francken-korn | Spelz | 1x | | | | 1x | | | 3x | 3x |
| | entspelzt | 1x | | | 1x | | | 2x | 2x | 1x |
| Zollern-spelz | Spelz | 4x | 2x | | 1x | | | 1x | | |
| | entspelzt | 3x | 2x | | 1x | | | 1x | | |
| | entspelzt* | 3x | | | 1x | 1x | | | | |
| Atter-gauer | Spelz | 3x | | | | 2x | | | | |
| | entspelzt | 4x | | | | 1x | | | | |

*Legende: 11 = mangelhaft ohne Ausbund, 12 = 2/3 ohne Ausbund, 13 = mangelhaft sehr breit, 21 = befriedigend 1/3 ohne Ausbund, 22 = befriedigend schmal, 23 = befriedigend breit, 31 = noch gut etwas schmal, 32 = noch gut etwas breit, 40 = gut; * = entspelzt Freising*

Fazit: Entspelztes Saatgut kann bei sehr schonender Entspelzung im ökologischen Landbau vergleichbare Leistungen erreichen wie im Spelz gesätes. Für eine gute Leistung kommt es also auf die Qualität der Entspelzung an. Allerdings ist nach vorausgegangenen Ernten mit hohem Krankheitsdruck, insbesondere durch Fusarium, die Saatgutqualität von entspelztem, ungebeiztem Saatgut zu beachten, da diese geringer ausfallen könnte.

## Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei den Betriebsleitern Bernhard Schreyer (Gut Obbach), Johannes Kreppold (Wilpersberg) und Helmut Steber (Hohenkammer) sowie bei allen Kollegen der AELFs Ansbach, Augsburg und Würzburg, der Bayerischen Staatsgüter sowie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die zu dem Forschungsvorhaben beigetragen haben.

## 4 Literaturverzeichnis

Bundessortenamt (Hrsg.) (2000) Richtlinien für die Durchführung von land-wirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch Verlagsgesellschaft mbH, Hannover

Doose O (1982) Verfahrenstechnik Bäckerei. Gildebuchverlag, Alfeld, 6. Auflage

ISTA (International Seed Testing Association) (1995) Handbook of Vigour Test Methods. Zürich, Schweiz

ISTA (International Seed Testing Association) (2012) International Rules for Seed Testing. Zürich, Schweiz

Link S & Heilig W (2015) Der Dinkel – Das „Schwabenkorn“. Landinfo (5): 13-14

Pommer G, Fuchs H & Voit B (2001) Zusammenhänge zwischen Kalttestwert, Anbauverfahren und Ertragsbildung bei Vermehrungssaatgut von Winterroggen. 6. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau. URL: http://orgprints.org/786/

# Einfluss der Saatstärke auf Ertrag und Qualität verschiedener Wintergetreidearten

Peer Urbatzka[1], Rebecca Hirmer[2], Sabine Mikolajewski[1], Georg Salzeder[1], Johannes Uhl[1], Andreas Urgibl[3], Heinrich Weinzierl[4], Stefan Zott[3]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
[3]Bayerische Staatsgüter
[4]Agrarbildungszentrum Landsberg (Lech)

## Zusammenfassung

Im ökologischen Landbau werden meist höhere Saatstärken bei Getreide gesät als im konventionellen Bereich. Um den Einfluss verschiedener Saatstärken auf Ertrag und Qualität festzustellen, wurden über zwei bis vier Ernten Feldversuche in Bayern an zwei Orten für Wintertriticale, drei Orten für Winterroggen und einem Ort für Winterweizen angelegt. Triticale und Roggen wurden mit 200 bzw. 360 keimfähigen (kf.) Körnern pro m² gesät, Weizen mit 100, 200, 300 und 400 kf. Körnern pro m².

Roggen und Triticale erzielten mit zwei Ausnahmen vergleichbare Erträge, da geringere Saatstärken zwar zu geringeren Bestandesdichten führten, diese aber über eine höhere Tausendkornmasse (TKM) und eine höhere Bestockung kompensiert wurden. Beim Weizen fiel der Ertrag bereits ab einer Saatstärke von 200 kf. Körner je m² ab. Bei allen Getreidearten bestand bei reduzierten Saatstärken aufgrund eines geringeren Bodendeckungsgrads und einer geringeren Bestandesdichte eine höhere Gefahr der Verunkrautung und einer damit einhergehenden Ertragsreduktion. Qualitätsparameter fielen bei den reduzierten Varianten dagegen bei Triticale und Weizen besser aus; auch beim Roggen waren die Werte im Amylogramm höher. Letztendlich bleibt aber die Empfehlung für die Praxis eine relativ hohe Aussaatstärke zu wählen, da dies eine Risikominimierung insbesondere für Jahre darstellt, in denen keine ausreichende Beikrautregulierung erfolgen kann.

## Abstract

In organic farming, seeding rates are often higher when compared to conventional farming. The impact of typical and reduced seeding rates on grain yields and quality of winter triticale (two experimental sites), winter rye (three experimental sites) and winter wheat (one experimental site) were examined in field experiments over two to four growing seasons in Bavaria. Triticale and rye were cultivated with seeding rates of 200 and 360 germinable grains per m², respectively, wheat with 100, 200, 300 and 400 viable grains per m², respectively.

Rye and triticale, with two exceptions, achieved comparable yields. Although lower seed rates led to lower stand densities, these were compensated for by a higher thousand grain mass (TKM) and more productive tillers per plant. In the case of wheat, the yield dropped as soon as the sowing density was reduced to 200 viable grains per m². In all cereals, reduced sowing density was accompanied by a higher risk of weed infestation and a corresponding reduction in yield due to lower soil coverage and lower stand densities. In contrast, quality

parameters were better for triticale and wheat with reduced sowing densities; the amylogram values were also higher for rye. Ultimately, the recommendation for practice remains to choose a relatively high sowing rate, as this represents a risk minimization particularly for years in which no sufficient weed control can be carried out.

## 1 Einleitung

Allgemein werden bei Getreide im ökologischen Landbau höhere Aussaatstärken als in der konventionellen Landwirtschaft empfohlen. Eine reduzierte Saatstärke können die einzelnen Pflanzen über eine höhere Kornzahl pro Ähre und/oder eine größere TKM kompensieren. Durch geringere Saatstärken kann aufgrund einer geringeren Konkurrenz bei der Stickstoffversorgung, eine bessere Backqualität erreicht werden. In der vorliegenden Arbeit wurde ein möglicher Einfluss von reduzierter Saatmenge auf Ertrag und Qualität von Triticale, Roggen und Weizen untersucht.

## 2 Material und Methoden

Die Feldversuche zu **Triticale** (*Triticum secale, cv. Benetto*) wurden über vier Wachstumsperioden von 2005/06 bis 2008/09 auf den zwei Standorten Hohenkammer (Parabraunerde, sL, Ackerzahl 55, lj. Mittel 816 mm und 7,8 °C) und Viehhausen (Braunerde, sL, Ackerzahl 61, lj. Mittel 768 mm und 7,8 °C) zu zwei unterschiedlichen Aussaatstärken (360 kf. = keimfähige Körner/m² und 200 kf. Körner/m²) zum üblichen Aussaattermin Ende September angelegt.

Für **Winterroggen** (*Secale cereale, cv. Palazzo*) wurden über zwei Wachstumsperioden von 2015/16 bis 2016/17 auf den drei Standorten Neuhof (Pseudogley-Parabraunerde, uL, Ackerzahl 62, lj. Mittel 677mm und 8,7 °C), Hintereggelburg (Braunerde, sL, Ackerzahl 47, lj. Mittel 1007 mm und 8,4 °C) und Hohenkammer (Parabraunerde, sL, Ackerzahl 55, lj. Mittel 816 mm und 7,8 °C) Versuchsparzellen mit Saatstärken von 360 kf. Körner/m² bzw. 200 kf. Körner/m² angelegt. Aussaattermin war Ende September bis Mitte Oktober.

Der **Winterweizen** (*Triticum aestivum, cv. Wiwa*) wurde von 2015/16 bis 2018/19 über vier Wachstumsperioden auf dem Standort Landsberg am Lech (Braunerde, sL, Ackerzahl 68, lj. Mittel 973 mm und 7,4 °C) mit Saatstärken von 100, 200, 300 und 400 Körnern/m² Mitte Oktober gesät.

Bei allen drei Getreidearten wurde ein lateinisches Rechteck bzw. Quadrat als Versuchsanlage gewählt. Düngung und Beikrautregulierung wurden jeweils ortsüblich optimal durchgeführt. Meist erfolgten ein bis zwei Güllegaben in BBCH 21 bis 32. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.3. Bonituren und Erhebungen wurden nach den Vorgaben des Bundessortenamtes (2000) bestimmt. Die Qualitätsanalysen sowie das Backvolumen nach einem RMT-Backtest wurden nach den Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidechemie (ICC 1976) und das Volumen nach Doose (1982) ermittelt.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Bei den Untersuchungen zur Triticale kompensierten die Bestände die reduzierte Saat-stärke analog zu Gruber *et al.* (2003) über eine größere TKM und eine höhere Bestockung (Tab. 1). Auch die Rohproteingehalte fielen bei reduzierter Saatstärke höher aus. Jedoch lag die Anzahl Ähren je $m^2$ und der Bodendeckungsgrad bei üblicher Saatstärke höher als bei der reduzierten Variante (Tab. 1).

Tab. 1: *Einfluss der Saatstärke auf Ertrag, Qualität und Ertragsaufbau von Triticale*

| **Saatstärke (kf. Körner/m²)** | **360** | **200** |
|---|---|---|
| Kornertrag (dt/ha, 86 % TS) | 52,1* | 48,7* |
| RP-Gehalt (% TM) | 8,9 b | 9,4 a |
| Bodendeckungsgrad (Noten)[#] | 5,0 a | 2,9 b |
| Ähren/m² | 446 a | 374 b |
| TKM (g) | 39,6 b | 40,8 a |

*Mittelwerte aus 2005/06 bis 2008/09; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$), RP = Rohprotein, * Mittelwert für Ertrag (siehe Tab. 2), [#]1-9, wobei 1 gering*

Werden die Umwelten aufgrund einer signifikanten Wechselwirkung getrennt voneinander dargestellt, ist ein signifikant höherer Kornertrag nur für den Standort Viehhausen in 2008 und 2009 festzustellen (Tab. 2). Ursache hierfür war in 2008 ein deutlich größerer Beikrautdeckungsgrad bei der Variante mit reduzierter Saatstärke, resultierend aus einer anhaltend feuchten Witterung im Herbst 2007 und im Frühjahr 2008. In allen anderen Umwelten konnte mit Ausnahme von Viehhausen 2009 das Beikraut mechanisch reguliert werden und die Erträge fielen in Übereinstimmung zu Pommer (2003) vergleichbar aus.

Tab. 2: *Einfluss der Saatstärke auf Ertrag und Beikraut getrennt nach Umwelten*

| | | **Viehhausen** | | | | **Hohenkammer** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Saatstärke** | **2009** | **2008** | **2007** | **2006** | **2008** | **2007** | **2006** |
| **Kornertrag** | **360** | 73,1 a | 53,5 a | 47,1 a | 50,2 a | 56,1 a | 38,5 a | 45,9 a |
| | **200** | 69,0 b | 39,4 b | 44,2 a | 50,7 a | 53,8 a | 35,9 a | 47,9 a |
| **Beikraut-DG** | **360** | 1,0 | 4,0 | 2,0 | 2,3 | 1,5 | 4,0 | 1,5 |
| | **200** | 1,0 | 7,0 | 2,0 | 3,3 | 3,8 | 4,8 | 2,0 |

*Verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Student-Newman-Keuls-Test, $p < 0,05$); DG = Deckungsgrad, Boniturnoten von 1-9, wobei 1 = gering*

Bei den Versuchsergebnissen zum Roggen zeigte sich, ebenso wie bei Triticale, eine größere TKM und eine geringere Bestandesdichte bei reduzierter Saatstärke (Tab. 3). Der Kornertrag fiel zwischen den beiden Saatstärken aber vergleichbar aus. Der Bodendeckungsgrad als Hinweis für das Vermögen zur Beikrautunterdrückung ergab ebenfalls günstigere Ergebnisse für die höhere Saatstärke, da sich hier die Bestände dichter ent-wickelten als bei reduzierter Aussaat (Tab. 3). Hinsichtlich der Qualität wiesen die Durchschnittstemperatur des Verkleisterungsmaximums und das Amylogramm höhere Werte für die reduzierte Variante auf (Tab.3). Im Vergleich zur Triticale ist der Rohproteingehalt bei reduzierter Saatstärke nicht signifikant höher, auch hinsichtlich der Fallzahl resultierten keine Unterschiede (Tab. 3).

Tab. 3: *Einfluss der Saatstärke auf Ertrag, Qualität und Ertragsaufbau von Roggen*

| **Saatstärke (kf. Körner/m²)** | **360** | **200** |
|---|---|---|
| Kornertrag (dt/ha, 86 % TS) | 55,9 a | 55,6 a |
| RP-Gehalt (% TM) | 8,6 a | 8,4 a |
| Verkleisterungsmax. (°C) | 71,2 b | 72,2 a |
| Amylogrammviskosität (AE) | 965 b | 1046 a |
| Fallzahl (sec) | 267 a | 259 a |
| Bodendeckungsgrad (%) | 60 a | 43 b |
| Ähren/m² | 442 a | 384 b |
| TKM (g) | 30,7 b | 32,4 a |

*Mittelwerte aus 2015/16 bis 2016/17; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Student-Newman-Keuls-Test, p < 0,05), RP = Rohprotein*

Beim Winterweizen reduzierte sich der Kornertrag durch eine geringere Saatstärke ins-besondere in der Variante mit 100 kf. Körner/m² (Tab. 4). Die Bestandesdichte fiel analog zu den anderen beiden Getreidearten bei geringerer Saatstärke (100 und 200 kf. Körner/m²) geringer aus als bei höherer Saatstärke. Allerdings lagen beim TKM entgegen der anderen Getreidearten keine Unterschiede vor, die Kornzahl je Ähre stieg mit zunehmend geringerer Saatstärke (Tab. 4). Die geringere Saatstärke konnte jedoch bzgl. Ertrag bei 200 und 100 kf. Körnern durch den Weizen nicht kompensiert werden. Auch der Bodendeckungsgrad verringerte sich, je mehr die Saatstärke reduziert wurde.

Die Backqualität fiel bei reduzierter Saatstärke besser aus. Backvolumen, Feuchtkleber-, Rohproteingehalt und Sedimentationswert lagen bei 100 kf. Körnern/m² höher als bei den anderen drei Saatstärken. Dazu war bei 200 kf. Körnern/m² Feuchtklebergehalt, Roh-proteingehalt und Sedimentationswert größer als bei 300 und 400 kf. Körnern/m² (Tab. 4).

Tab. 4: *Einfluss der Saatstärke auf Ertrag, Qualität und Ertragsaufbau von Weizen*

| **Saatstärke (kf. Körner/m²)** | **400** | **300** | **200** | **100** |
|---|---|---|---|---|
| Kornertrag (dt/ha, 86 % TS) | 56,6 a | 55,6 ab | 54,2 b | 47,6 c |
| RP-Gehalt (% TM) | 11,8 c | 11,9 c | 12,1 b | 12,7 a |
| Sedimentationswert (ml) | 35 c | 36 c | 38 b | 43 a |
| Feuchtklebergehalt (%) | 27,6 c | 27,8 c | 29,2 b | 31,5 a |
| Brotvolumen (ml)* | 715 b | 728 b | 727 b | 758 a |
| Bodendeckungsgrad (%)* | 99 a | 85 b | 81 b | 58 c |
| Ähren/m² | 599 a | 508 a | 425 b | 415 b |
| Kornzahl/Ähre | 41,6 b | 44,3 ab | 45,1 ab | 47,4 a |
| TKM (g) | 42,9 a | 43,2 a | 43,4 a | 44,1 a |
| N-Abfuhr Korn (kg/ha) | 91,9 a | 91,2 a | 90,4 a | 83,5 b |
| Blattseptoria[1] | 4,5 a | 4,3 a | 3,3 ab | 2,5 b |

*Mittelwerte aus 2015/16-2018/19, verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK, p < 0,05), für *Daten transformiert nach Box-Cox; RP = Rohprotein, [1] = Wachstumsperiode 2018/19*

Bei allen Getreidearten ergab sich eine höhere Bestandesdichte mit einem entsprechend höherem Bodendeckungsgrad bei größerer Aussaatmenge. Die reduzierten Varianten von Triticale (eine Ausnahme) und Roggen, aber nicht beim Weizen, konnten beim Ertrag die geringere Bestandesdichte über eine größere TKM und eine höhere Bestockung fast immer

ausgleichen. Mit der reduzierten Saatstärke vergrößert sich bei allen Getreidearten aufgrund verringerter Bodendeckung die Gefahr der Verunkrautung und einer dadurch bedingten Ertragsreduktion.

Die Qualität erwies sich bei Triticale und Weizen bei den reduzierten Varianten als besser, beim Roggen ergab sich beim Rohproteingehalt kein Unterschied. Jedoch waren hier Amylogramm und Durchschnittstemperatur des Verkleistungsmaximums bei reduzierter Aussaatstärke höher. Grundsätzlich sollte die bestmögliche Saatstärke immer individuell gewählt werden und ist von vielen Faktoren, wie zum Beispiel Witterungseinflüssen, Bodenbedingungen, Düngung, Saatzeitpunkt und Sorte abhängig. Um eine Risiko-minimierung aufgrund von Konkurrenzdruck durch Unkräuter zu erreichen, ist weiterhin eine vergleichsweise hohe Saatstärke zu empfehlen, da es nicht immer möglich ist, den Bestand durch mechanische Beikrautregulierung optimal zu führen.

## Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei den Betriebsleitern Alois Daberger (Hintereggl burg), Horst Laffert (Viehhausen), Helmut Steber (Hohenkammer) und Karl Wallner (Landsberg Lech) sowie bei allen Kollegen der Bayerischen Staatsgüter und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die zu dem Forschungsvorhaben beigetragen haben.

## 4 Literaturverzeichnis

Bundessortenamt (2000) Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch Verlag, Hannover

Doose O (1982) Verfahrenstechnik Bäckerei. Gildebuchverlag, Alfeld, 6. Auflage

Gruber H, Thamm U, Michel V (2003) Einfluss der Saatstärke auf Ertragsmerkmale bei Getreide. 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau: 465-466

Pommer G (2003) Auswirkungen von Saatstärke, weiter Reihe und Sortenwahl auf Ertrag und Backqualität von Winterweizen. 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau: 69-73

# Etablierung von Raubmilben in der Hopfenbau - Praxis über Untersaaten

Maria Obermaier, Florian Weihrauch

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

## Zusammenfassung

Einer der Hauptschädlinge des Kulturhopfens ist die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* KOCH. Während im konventionellen Anbau Akarizide zur Spinnmilben-Bekämpfung eingesetzt werden, fehlt im ökologischen Hopfenbau eine effektive Möglichkeit der Spinnmilbenkontrolle. Der Blick in andere Sonderkulturen zeigt, dass im deutschen Obst- und Weinbau mittels etablierter Populationen von Raubmilben ein erfolgreiches Spinnmilbenmanagement ohne Akarizide möglich ist. Da im Gegensatz zum Wein- oder Obstbau bei der Hopfenernte nahezu alle oberirdischen Teile der Hopfenpflanze entfernt werden, müssen alternative Überwinterungsstrukturen für Raubmilben bereitgestellt werden.
Der Fokus des Projektes liegt auf der Etablierung von Populationen der heimischen Raubmilbe *Typhlodromus pyri* mithilfe von mehrjährigen Einsaaten in den Fahrgassen (Rohrschwingel – *Festuca arundindacea,* eine Grünlandmischung und Erdbeeren – *Fragaria* spec.). Daneben wird ein Mix der allochthonen Raubmilben *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* im Versuch eingesetzt, für dessen Ausbringung die geeignete Methode gefunden werden soll.

## Abstract

The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* KOCH is one of the two major pests in hop cultivation. Conventional growers use acaricides to control spider mites, often in a preventive manner. In organic hops, there is to date no effective way of controlling spider mites. In vineyards or orchards, established populations of predatory mites are used to solve this problem. However, other than in vineyards or orchards, in a hop garden, the entire plant biomass is removed from the field at harvest, and no habitat remains for predatory mites to overwinter in the field. Therefore, we tested three different undersown crops in the driving lanes as wintering quarters for beneficials: Tall fescue *Festuca arundinacea*, a grassland mixture (with e.g. *Alopecurus pratensis*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*) and strawberries *Fragaria* spec. as ligneous plants in the lanes. The focus of the project is on the native predatory mite *Typhlodromus pyri*, a well-established species in vineyards. We also used commercial predatory mites in form of a mix of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* on bean leaves as this was the most successful way of dispersal in the first year of the project.

# 1 Einleitung und Zielsetzung

In diesem dreijährigen Forschungsprojekt (05/2018-04/2021) soll versucht werden**,** wie durch die Einsaat geeigneter winterharter Untersaaten in den Fahrgassen ein Refugium für die Überwinterung von Raubmilben im Hopfengarten geschaffen werden kann. Von diesem Refugium aus können ab dem Frühjahr erneut die Hopfenpflanzen besiedelt werden. So soll eine dauerhafte Etablierung der Raubmilben im Hopfen ermöglicht werden, die eine funktionierende, nachhaltige und wirtschaftliche Methode zur Spinnmilbenkontrolle im ökologischen Pflanzenschutz sowie einen Baustein im integrierten Pflanzenschutz darstellt. Zu diesem Zweck werden mehrjährige Untersaaten in den Fahrgassen eingesät bzw. Erdbeeren gepflanzt, die als Habitat für *T. pyri* dienen sollen. Des Weiteren sollen die Gräser der Untersaaten während der Vegetationsperiode durch ihre Pollen eine proteinreiche alternative Nahrungsquelle für die Raubmilben zur Verfügung stellen, wenn nicht ausreichend Spinnmilben zur Verfügung stehen, um stabile Raubmilbenpopulationen zu gewährleisten. Neben *Festuca arundinacea* wurde eine Grünlandmischung gewählt, die u.a. *Poa pratensis* und *Alopecurus pratensis* beinhaltet. Es wurde bereits nachgewiesen, dass die Pollen dieser Süßgräser *T. pyri* einen stabilen Populationsaufbau ermöglichen (Engel 1991). Ergänzend sollen der bestmögliche Zeitpunkt und geeignete Methoden zur Ausbringung einer Mischung der Raubmilbenarten *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* bestimmt werden, da dieser Mix zufriedenstellende Erfolge für die Bekämpfung von *T. urticae* im Freiland zeigt (Weihrauch 2008, Jereb & Weihrauch 2016, 2017).

# 2 Material und Methoden

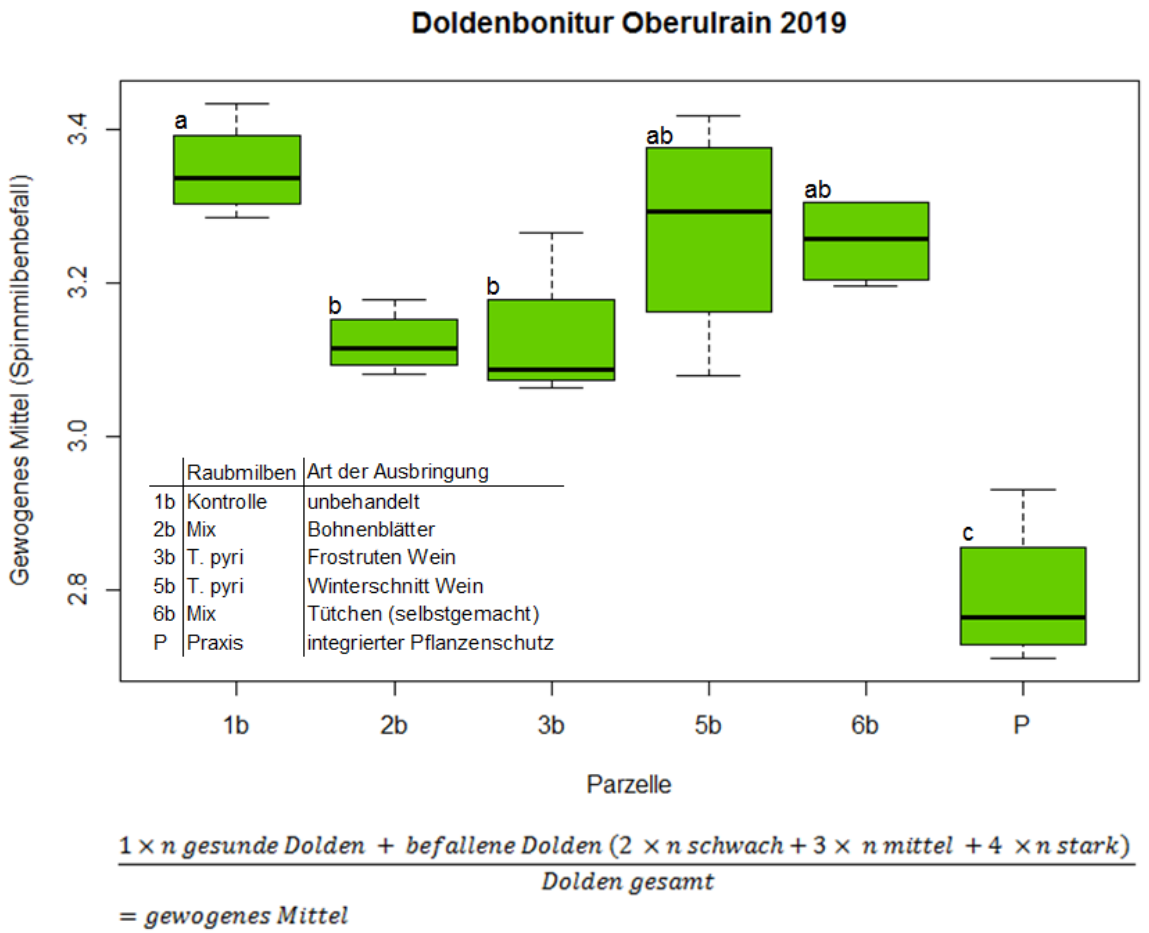
Das Projekt wird in fünf Versuchshopfengärten (drei ökologisch, zwei mit integriertem Pflanzenschutz bewirtschaftet) durchgeführt, die abgesehen von Behandlungen gegen die Gemeine Spinnmilbe und Auswahl der Einsaaten vom Landwirt betriebsüblich bewirtschaftet werden. Rohrschwingel *Festuca arundinacea* sowie eine Grünlandmischung mit u.a. den Zielarten Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesenschwingel *Festuca pratensis* wurden parzellenweise in den Fahrgassen der Versuchshopfengärten eingesät. Auf einer der Flächen wurde in einem Versuchsglied Erdbeeren in die Fahrgassen gepflanzt.

Die heimische Raubmilbe *Typhlodromus pyri* kann aus Weinbergen mit gut entwickelten Populationen über Rebenabfall, der beim Schnitt des Weins anfällt, in die Hopfengärten übertragen werden. Dies geschieht im Mai über frische ‚Frostruten' (Ausbringung am selben bzw. einen Tag nach dem Schnitt), während Material vom Winterschnitt im Februar gekühlt zwischengelagert wurde. Allochthone Raubmilben, insbesondere ein Mix aus *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus*, werden von Nützlingsanbietern bezogen und verschiedene Methoden der Ausbringung verglichen: Varianten sind dabei besiedelte Bohnenblätter und Streuware, wobei letztere entweder von Hand oder mittels Mini Air Bug verteilt wird oder in Tütchen gefüllt in die Hopfenpflanzen gehängt wird; aus den Tütchen wandern die Raubmilben dann langsam aus.

Der Erfolg des Raubmilbeneinsatzes wird über Bonituren des Spinnmilbenbefalls er-mittelt: Während der Vegetationsperiode werden in jedem Versuchshopfengarten im zweiwöchigen Abstand Blattbonituren (120 Blätter je Versuchsglied und Boniturtermin) durchgeführt, nach der Ernte werden Ertrag und Qualität (Doldenbonitur, Bestimmung des Alphasäuregehalts) bestimmt.

## 3 Ergebnisse

In den Jahren 2018 und 2019 blieb in einigen der Versuchsflächen der Spinnmilbenbefall zu gering, um relevante Unterschiede zwischen den Behandlungen festzustellen oder der Befall stieg erst kurz vor der Ernte sprunghaft an. In den beiden bisherigen Projektjahren konnten bis zur letzten Blattbonitur an jedem Standort Raubmilben und/oder deren Eier gefunden werden, die Raubmilben konnten sich dort also halten und in der Regel auch vermutlich deutlich vermehren. Die vielversprechendsten Erfolge zeigte 2018 der Einsatz des Raubmilben-Mix, ausgebracht auf Bohnenblättern. 2019 führte diese Methode an einem Standort wieder zu signifikant geringerer Doldenschädigung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle, wenn auch nicht auf dem Niveau der praxisüblich mit Akariziden behandelten Fläche. Gleiches galt für ein Versuchsglied mit *T. pyri*, welche über Frostruten aus dem Weinbau in den Hopfen gebracht wurden (vgl. Abbildung 1). In beiden Fällen zeigten die gleichen Raubmilben bei anderer Ausbringungsform weniger Erfolg. Die teilweise geringeren Erträge der Raubmilben-Varianten im Vergleich zur gespritzten Praxis konnten interessanterweise durch höhere Alphasäuregehalte wieder ausgeglichen werden, sodass sich die Behandlungsvarianten im Alphasäuregehalt [kg/ha] nicht signifikant unterschieden.




$$\frac{1 \times n\ gesunde\ Dolden\ +\ befallene\ Dolden\ (2 \times n\ schwach + 3 \times\ n\ mittel\ + 4\ \times n\ stark)}{Dolden\ gesamt} = gewogenes\ Mittel$$

*Abb 1: Gewogenes Mittel der Intensität des Spinnmilbenbefalls aus der Doldenbonitur. Vergleich von unbehandelter Kontrolle (1b) mit vier Raubmilbenvarianten (2b, 3b, 5b und 6b) und einer Praxis-Parzelle (P). 1b weist eine signifikant höhere Schädigung der Dolden auf als 2b und 3b. Das gewogene Mittel der Doldenschädigung ist für die Praxis-Parzelle P signifikant geringer als für die übrigen Versuchsglieder*

## 4 Diskussion und Ausblick

Da sich der Spinnmilbendruck in erster Linie witterungsabhängig aufbaut, war er in den beiden ersten Projektjahren unterschiedlich. 2019 war ein geringerer Befall festzustellen als 2018. Auch die Standorte unterscheiden sich, einerseits aufgrund unterschiedlicher Böden, andererseits sind Niederschläge besonders im Sommer mit Gewittern stark regional begrenzt.
Die Ausbringungsmethode scheint einen wichtigen Einfluss auf den Erfolg der Raub-milben sowie deren Fitness zu haben. Die besten Erfahrungen wurden im Projekt für *T. pyri* mit den im Mai direkt wieder ausgebrachten Frostruten aus dem Wein erzielt, da es 2019 schien als habe die lange Zeit der Kühlung die Fitness der Raubmilben vom Winterschnitt stark reduziert. Eine frühere Ausbringung ist direkt an den Hopfenstöcken aufgrund der im Frühjahr notwenigen Arbeiten nicht möglich, könnte jedoch in der Untersaat geschehen, was im Frühjahr 2020 versucht wird. Für den Raubmilben-Mix wurde im Jahr 2018 die Verteilung von Streuware mittels Mini-Air Bug im Vergleich zur Ausbringung auf besiedelten Bohnenblättern getestet, wobei die Bohnenblätter bei geringerer Aufwandmenge den Spinnmilbenbefall effektiver reduzierten. 2019 wurde die Ausbringung aus Bohnenblättern mit Streuware in Tütchen verglichen, aus denen die Raubmilben auswandern sollen. Wieder überzeugten die Bohnenblätter, weshalb für die Praxis diese Methode empfehlenswert scheint, zumal die Ausbringung recht schnell und unkompliziert ist. Bei hohem Spinnmilbendruck, wie er am oben gezeigten Standort Oberulrain auftrat (Mitte Juni 2019 mehr als 10 Spinnmilben/Blatt), konnten die Raubmilben den Schaden durch Spinnmilben zwar reduzieren, jedoch einen Ertragsverlust nicht gänzlich verhindern. Der mit dem Spinnmilbenbefall einhergehende Anstieg des Alphasäurengehaltes konnte jedoch den Verlust im Vergleich zur betriebsüblich mit Akariziden behandelten Parzelle ausgleichen. Ein gewisser Schaden an den Hopfendolden, der durch den Einsatz der Raubmilben in tolerierbarem Rahmen gehalten werden soll, scheint sich also nicht auf den absoluten Alphasäuregehalt [kg/ha] auszuwirken.

## 5 Literaturverzeichnis

Engel R (1991) Der Einfluss von Ersatznahrung, Wirtspflanze und Mikroklima auf das System Typhlodromus pyri Scheuten (Acari, Phytoseiidae) − Panonychus ulmi Koch (Acari, Tetranychidae) im Weinbau. Dissertation, Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin

Jereb M & Weihrauch F (2016) Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. Abschlussbericht BÖLN-Projekt, FKZ 12NA014, https://orgprints.org/30286/

Jereb M & Weihrauch F (2017) Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. In: Wolfrum S, Heuwinkel H, Reents HJ, Wiesinger K & Hülsbergen K-J (Hg.), Ökologischen Landbau weiterdenken: Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan, 7. bis 10. März 2017. Verlag Dr. Köster, Berlin: 270-273

Weihrauch F (2008) Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007: 68-71

# Einfluss temporärer und dauerhafter pflugloser Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau

Peer Urbatzka[1], Ulrich Dörfel[2], Thomas Eckl[3], Stefan Zott[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Bayerische Staatsgüter
[3]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

## Zusammenfassung

Pflügen ist gewöhnlich die wichtigste Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau aufgrund der Beikrautkontrolle und N-Mineralisation. Allerdings besteht ein zunehmendes Interesse an konservierender Bodenbearbeitung aufgrund der bekannten Vorteile, z. B. bzgl. der Bodenstruktur. Projektziel war es, den Einfluss temporärer und dauerhafter pflug-loser Bodenbearbeitung zu bestimmen. Zwei Feldversuche wurden 1997 unter konventionellen Bedingungen angelegt und 2012 bis 2013 auf ökologischen Landbau umgestellt. Die drei Varianten waren übliches Pflügen (Pflug), reduzierter Pflugeinsatz (teils Pflug) und pfluglose Bodenbearbeitung (pfluglos).

Die Ergebnisse unterschieden sich zwischen den beiden Standorten aufgrund der Niederschlagsmenge. Auf dem Standort mit höheren Niederschlägen lag das Mittel der Erträge aller vier Druschfrüchte bei pfluglos 29 bzw. 26 % niedriger als bei Pflug und reduziertem Pflugeinsatz v.a. aufgrund eines hohen Beikrautdruckes. Auf dem trockeneren Standort fiel der Unterschied mit 15 und 10 % geringer aus. Auch der erhöhte Beikrautdruck in der pfluglosen Variante war von geringerer Bedeutung. Schlüsselfaktoren für dauerhaft pfluglose Bewirtschaftung sind ein gelungener Kleegrasriss und eine erfolgreiche Beikrautkontrolle. Die Variante teils Pflug ist aufgrund vergleichbarer Erträge wie in der Variante Pflug ein guter Kompromiss.

## Abstract

Ploughing is usually the primary means of soil tillage in organic farming due to its effects on weed control and N mineralization. However, interest in conservation tillage is rising due to well-known advantages e.g. concerning soil structure. The aim of the study was to determine the impact of temporary and permanent non-plough tillage. Two field trials were established in 1997 under conventional conditions and converted to organic farming in 2012 and 2013. The three treatments were conventional ploughing (CP), reduced ploughing (RP) and conservation tillage (CT) with no ploughing. Results between the sites differed due to the amount of precipitation. At the site with higher precipitation, mean yields of all four cash crops were 29 and 26 % lower in the CT plots compared to the other two treatments, respectively, due to high weed infestation. At the other site, the yield difference was lower, with a 15 and 10 % reduction for CT, respectively, and weed pressure was of minor importance. The crucial factors for permanent non-plough tillage in organic farming are

successful breaking of the grass-clover ley and effective weed control. RP with yields comparable to the CP variant is a good compromise.

## 1 Einleitung

Die Grundbodenbearbeitung erfolgt im ökologischen Landbau üblicherweise aus Gründen der Beikrautregulierung und N-Mineralisaton mit dem Pflug. Bisher arbeiten nur einige Praktiker temporär und nur wenige dauerhaft pfluglos. Dabei besteht im ökologischen Landbau zunehmendes Interesse an konservierender Bodenbearbeitung. Hintergrund sind die bekannten Vorteile einer pfluglosen Bodenbearbeitung bzgl. Bodenstruktur, Boden-leben und Erosionsschutz. Versuchsziel war, die Auswirkungen zeitweiser und dauerhafter pflugloser Bodenbearbeitung zu untersuchen.

## 2 Material und Methoden

Die Feldversuche wurden auf den Versuchsstationen der Bayerischen Staatsgüter Neuhof (Pseudogley-Parabraunerde, uL, Ackerzahl 62, langjährige Mittel 677 mm u. 8,7 °C) und Puch (Parabraunerde, L mit Lößauflage, Ackerzahl 66, langjährige Mittel 882 mm und 8,8 °C) durchgeführt. Sie wurden 1997 unter konventionellen Bewirtschaftungs-bedingungen in Großparzellen (300 m²) mit praxisüblicher Technik mit den Varianten Pflug (pflügen nach jeder Hauptfrucht, Pflugtiefe: ca. 25 cm), reduzierter Pflugeinsatz (teils Pflug, pflügen einmal in der vierfeldrigen Fruchtfolge) und pfluglos (100 % pfluglos) angelegt.

2012 und 2013 wurden die Versuche mit einem zweijährigen Kleegras auf ökologische Bewirtschaftung umgestellt. Die Fruchtfolge setzt sich aus einjährigem Kleegras (mulchen), Winterweizen, Hafer, Ackerbohne und Winterroggen zusammen. Da die Fruchtfolge einen viehlosen Betrieb simuliert, erfolgte keine organische Düngung zu den Druschfrüchten. Jede Frucht wurde jedes Jahr angebaut. Die Varianten wurden beibe-halten: In der Variante mit reduziertem Pflugeinsatz erfolgt dieser nach Kleegras und nach Hafer. Die pfluglose Bearbeitung wird mit Grubbern durchgeführt. Die Anzahl der Arbeitsgänge variierte von einem bis drei in Abhängigkeit von der Witterung.

Die erste Bearbeitung beim Kleeumbruch erfolgte in einer Tiefe von 4-5 cm, auf dem Neuhof mit Grubber und in Puch mit einer Kreiselegge oder Fräse. Die weiteren Arbeitsgänge wurden tiefer (8-10, 12-15 cm), mit Grubbern, durchgeführt. Der Unkrautbesatz und die Bestandesdichte wurde kurz vor dem Drusch bonitiert, das Backvolumen des Weizens nach einem RMT-Backtest nach Doose (1982) und der RP-Gehalt nach den Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidechemie (ICC 1976) bestimmt. Die Versuchsanlagen waren eine Blockanlage auf dem Neuhof und eine Streifenanlage in Puch (N=3). Die Auswertung erfolgte mit SAS 9.4 und umfasst die Jahre 2014 bis 2019.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

In Puch fiel mit Ausnahme von Kleegras und Ackerbohne der Ertrag bei allen Früchten in der Variante pfluglos signifikant oder tendenziell geringer aus als in den anderen beiden Varianten (Tab. 1). Auch im Mittel der vier Nachfrüchte erzielte die Variante pfluglos den geringsten Ertrag. Dieser lag 29 % unter dem der Pflugvariante. Bei den Ackerbohnen war der Ertrag in drei der vier wertbaren Jahre bei pfluglos geringer als bei Pflug und teils Pflug. Allerdings konnten die Ackerbohnen in der pfluglosen Variante in den Jahren 2018 und 2019 nicht mehr geerntet werden, da diese vollkommen verunkrautet waren und vorzeitig

gemulcht wurden. Demnach ist auch bei der Ackerbohne von einem geringeren Ertrag bei pfluglos auszugehen. Beim Winterweizen lag der Ertrag bei pfluglos in vier von sechs Umwelten geringer als in den Varianten mit Pflugeinsatz und war vom Gelingen des pfluglosen Kleegrasrisses beeinflusst. In den anderen zwei Umwelten lag kein signifikanter Unterschied beim Ertrag des Weizens vor.

Tab. 1: *Trockenmasse- bzw. Kornertrag der Kulturen in dt/ha in Abhängigkeit von der Grundbodenbearbeitung*

| | | Klee-gras | Weizen | Hafer | Acker-bohne | Roggen | Mittel Drusch-früchte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Puch** | **Pflug** | 120,2 A | 54,4 A[#] | 62,8 A | 38,0 A | 57,7 A | 53,2 A |
| | **teils Pflug** | 120,1 A | 56,2 A[#] | 56,3 A | 38,2 A | 57,3 A | 51,2 A |
| | **pfluglos** | 113,5 A | 44,0 A[#] | 41,3 B | 27,6 A | 38,8 B | 37,9 B |
| **Neu-hof** | **Pflug** | 145,7 a | 63,9 a | 50,1 a | 37,4 a | 52,3 a | 50,9 a |
| | **teils Pflug** | 145,0 a | 60,8 a | 48,1 a | 34,9 ab | 47,4 a | 47,8 a |
| | **pfluglos** | 139,8 a | 51,9 b | 47,2 a | 31,2 b | 43,7 a | 43,5 b |

*Mittel aller wertbaren Jahre; Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (SNK-Test $p < 0,05$),*
*[#]Tendenz ($0,05 < p < 0,1$) zwischen einerseits pfluglos und andererseits teils Pflug und Pflug*

Der Beikrautbesatz fiel in Puch bei pfluglosem Anbau bei allen Druschfrüchten höher als in den anderen beiden Varianten aus (Tab. 2). Im Mittel lag dieser mit einer Boniturnote von 5,1 etwa doppelt so hoch wie in den Varianten mit Pflug. Auch in der Variante teils Pflug wurde im Roggen am Ende der Fruchtfolge ein höherer Beikrautbesatz als in der Variante Pflug bonitiert. Der Beikrautbesatz hatte einen hohen Einfluss auf den Ertrag: In der Regressionsanalyse aller Druschfrüchte wurde ein höchstsignifikanter Zusammenhang ($p < 0,0001$) mit einem Koeffizienten von -0,74 festgestellt. Lediglich im Kleegras mit seinem sehr guten Vermögen zur Beikrautunterdrückung lag der Ertrag auf vergleichbarem Niveau wie bei den Varianten mit Pflugeinsatz.

In Puch konnte die Bodenbearbeitung aufgrund von Regenereignissen. insbesondere bei dauerhaft pflugloser Bewirtschaftung mit der Notwendigkeit einer wiederholten Bearbeitung, häufig nicht wie gewünscht erfolgen. Folge war oft eine höhere Verunkrautung und Mindererträge. Konnte insbesondere beim Kleegrasriss eine ausreichende Anzahl an Arbeitsgängen erfolgen, lagen vergleichbare Erträge zwischen den Varianten vor. Die Bestandesdichte war vor allem bei den ersten beiden Marktfrüchten vermutlich durch Soden von Kulturgras aus dem Kleegras in der Variante pfluglos reduziert (Tab. 3). Dies unterstreicht die Bedeutung eines sehr gut gelungenen Kleegrasumbruchs. Wie bei Kainz *et al.* (2005) erwies sich für den feuchten Standort ein temporärer Pflugverzicht als vielver-sprechender Kompromiss.

Tab. 2: *Beikrautbesatz der Druschfrüchte in Abhängigkeit der Grundbodenbearbeitung*

| | | Weizen | Hafer | Acker-bohne | Roggen | Mittel Druschfrüchte |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Puch** | **Pflug** | 2,0 B | 2,1 B | 1,8 B | 1,8 C | 2,3 B |
| | **teils Plfug** | 2,3 B | 3,6 B | 2,9 B | 2,9 B | 3,0 B |
| | **pfluglos** | 4,5 A | 5,3 A | 4,3 A | 4,3 A | 5,1 A |
| **Neuhof** | **Pflug** | 1,6 b | 2,2 a | 4,4 a | 1,5 b | 2,3 b |
| | **teils Pflug** | 2,0 b | 3,6 a | 6,2 a | 2,0 b | 3,2 b |
| | **pfluglos** | 4,4 a | 4,2 a | 7,2 a | 4,5 a | 5,0 a |

*Mittel aller wertbaren Jahre; Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (Tukey-Test $p < 0,05$); Boniturnoten von 1 bis 9, wobei 1 geringer Beikrautdruck*

Auch am Standort Neuhof war der Ertrag im Mittel der Druschfrüchte in der Variante pfluglos geringer als in den anderen beiden Varianten (Tab. 1). Allerdings fiel der Unterschied mit 15 % im Vergleich zur Variante Pflug geringer aus als in Puch. Lediglich bei den Kulturen Weizen und Ackerbohne war der Ertrag bei pfluglos signifikant reduziert. Auch auf dem Neuhof konnten die Kulturgräser beim pfluglosen Kleegrasriss nicht immer ausreichend bekämpft werden und wuchsen teilweise in den folgenden Kulturen durch. Der Beikrautbesatz war, wie in Puch, im Mittel der Druschfrüchte nahezu doppelt so hoch (Tab. 2). Der Zusammenhang zwischen Beikrautbesatz und Ertrag fiel allerdings mit $R = -0,40$ ($p = 0,033$) vermutlich aufgrund trockenerer Bedingungen deutlich geringer aus, was mit Schulz *et al.* (2009) übereinstimmt. Auch bei der Bestandesdichte wurden auf dem Neuhof keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Tab. 3). Die Unterschiede zwischen den Standorten bezüglich der pfluglosen Bewirtschaftung sind wahrscheinlich insbesondere über verschiedene Niederschlagsmengen zu erklären.

Die Qualität aller Druschfrüchte war mit Ausnahme eines geringeren Rohproteingehaltes in der pfluglosen Variante beim Roggen in Puch nicht von der Bodenbearbeitung beeinflusst (Daten nicht dargestellt).

Tab. 3: *Bestandesdichte der Druschfrüchte in Abhängigkeit der Grundbodenbearbeitung*

| | | Winterweizen | | Hafer | | Ackerbohne[1] | | Winterroggen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Puch** | **Pflug** | 361 | AB | 310 | A | 55 | A | 340 | A |
| | **teils Pflug** | 415 | A | 300 | A | 59 | A | 321 | A |
| | **pfluglos** | 319 | B | 254 | B | 45 | B | 278 | A |
| **Neu-hof** | **Pflug** | 394 | a | 317 | a | 49 | a | 396 | a |
| | **teils Pflug** | 409 | a | 311 | a | 53 | a | 426 | a |
| | **pfluglos** | 374 | a | 293 | a | 42 | a | 358 | a |

*Ähren/Pflanzen je m²; Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (Tukey-Test $p < 0,05$), #Tendenz ($0,05 < p < 0,1$), [1]mit Box-Cox-Powertransformation*

Ein gelungener pflugloser Kleegrasumbruch mit Eliminierung der Kulturgräser erwies sich von besonderer Bedeutung. Ebenso stellt, vor allem auf dem feuchteren Standort, die Beikrautregulierung über die gesamte Fruchtfolge bei dauerhaft pflugloser Bewirt-schaftung eine Herausforderung dar. Eine Umsetzung ist daher insbesondere auf dem feuchten Standort mit deutlichen Ertragseinbußen verbunden. Auf beiden Standorten ist die temporär pfluglose Bearbeitung ein guter Kompromiss.

## Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen Kolleginnen und Kollegen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die zu dem Forschungsvorhaben beigetragen haben.

## 4 Literaturverzeichnis

Doose O (1982) Verfahrenstechnik Bäckerei. Gildebuchverlag, Alfeld, 6. Auflage

Kainz M, Gerl G, Lemnitzer B, Bauchhenß J S & Hülsbergen HJ (2005) Wirkungen differenzierter Bodenbearbeitungssysteme im Dauerversuch Scheyern. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: 33-36

Schulz F, Brock C & Leithold G (2009) Effekte unterschiedlicher Systeme der Grund-bodenbearbeitung auf Erträge und Beikraut im Dauerfeldversuch Gladbacherhof. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: 22-25

# Optimierung der Anbautechnik bei der Weißen Lupine im ökologischen Landbau

Andrea Winterling[1], Manuel Deyerler[2], Florian Jobst[1], Miriam Ostermaier[3], Thomas Eckl[1], Irene Jacob[3,4], Peer Urbatzka[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf
[3]ehemals: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[4]aktuell: Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Fachberatung für Naturland, Hohenkammer

## Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes wurden von 2016 bis 2019 an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zusammen mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf zwei-ortige Feldversuche zur Optimierung der Produktionstechnik bei der Weißen Lupine durchgeführt. Geprüft wurden drei verschiedene Saatstärken und zusätzlich zum Blindstriegeln drei Varianten der Beikrautregulierung: ein weiterer Striegeldurchgang (Reihenabstand 12,5 cm), Hacken und eine Kombination aus Hacke und Striegel (jeweils ein Arbeitsgang, Reihenabstand 25 cm). Eine Reduzierung der Saatstärke von 60 auf 40 Körner/m² wirkte sich negativ auf den Kornertrag der Weißen Lupine aus. Die einzelnen Pflanzen konnten die Reduzierung trotz einer günstigeren Standraumzuteilung und einem verbesserten Hülsen-ansatz nicht kompensieren. Eine erhöhte Saatstärke (80 vs. 60 Körner/m²) brachte keinen höheren Ertrag. Deshalb wird eine Saatstärke von 60 Körnern/m² für den Anbau der Weißen Lupine empfohlen. In den Versuchen war der Beikrautdruck gering und der enge Reihen-abstand (12,5 cm) mit reinem Striegeleinsatz erbrachte Mehrerträge im Vergleich zum weiteren Reihenabstand mit Hacktechnik.

## Abstract

As part of a project, from 2016 to 2019, two-site field trials were carried out at the Bavarian State Research Center for Agriculture in cooperation with the Triesdorf Educational Centre (LLA) to optimize cultivation techniques for white lupine. Different seeding rates and three methods of weed control (harrow, hoe and hoe combined with harrow) in addition to blind harrowing were tested. A reduction in seeding rate (from 60 to 40 grains per square metre) resulted in lower grain yields. The plants could not compensate the seed reduction despite having more space and developing more pods with more grains. A higher sowing density (80 grains per square metre) did not increase the yield. Therefore, a sowing rate of 60 seeds per square metre appears to be suitable for growing white lupine. The weed pressure was low and the narrow row spacing of 12.5 cm and weed regulation with the harrow resulted in higher yields compared to the wide row spacing and weed control with the hoe.

# 1 Einleitung

Die samenbürtige Pilzkrankheit Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) hat den Anbau der Weißen Lupine (*Lupinus albus* L.) Mitte der 1990er Jahre in Deutschland nahezu zum Erliegen gebracht. Von 2012 bis 2015 wurden in einem Verbundvorhaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, der Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf und der Deutschen Saatveredelung AG Sortenkandidaten mit verbesserter Anthraknose-Toleranz entwickelt. Zwei davon wurden zur Wertprüfung beim Bundessortenamt angemeldet. Seit dem Jahr 2019 stehen durch die Zulassung von „Frieda“ und „Celina“ neue, tolerante Sorten der Weißen Lupine für den Anbau in Deutschland zur Verfügung und die Kultur kann die Fruchtfolge wieder erweitern. Um hierfür eine optimale Anbautechnik empfehlen zu können, wurde diese in Feldversuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Kooperation mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf geprüft.

# 2 Material und Methoden

In Form einer zweifaktoriellen Blockanlage (vier Wiederholungen) wurden in den Jahren 2016 bis 2019 acht Versuche angelegt. Zwei davon wurden aufgrund von Verschlämmung und Staunässe (Triesdorf 2017) und Frühjahrstrockenheit (Puch 2018) abgebrochen. Die ökologisch bewirtschafteten Versuchsstandorte lagen in Oberbayern und Mittelfranken:

Puch (Lkr. Fürstenfeldbruck, Versuchsjahre 2016, 2017 und 2019): 556 m ü. NN; langjährige Mittel: 7,9 °C, 979 mm; sL; pH-Wert 6,1, 6,3 bzw. 6,4.

Triesdorf (Lkr. Ansbach, Versuchsjahre 2016, 2018 und 2019): 440 m ü. NN, langjährige Mittel: 7,7 °C, 632 mm; sL, 2016 lS; pH-Wert 6,4, 5,9 bzw. 5,8.

Die Sorte „Celina“ wurde in Drillsaat mit einer Tiefe von etwa drei Zentimetern in Abhängigkeit von Witterung und Bodenzustand von Ende März bis Anfang Mai gesät. Vor der Saat wurden die Lupinen mit dem Präparat Hi-Stick (BASF Agrar) (*Bradyrhizobium sp. lupini*) beimpft. Es wurden drei Saatstärken (Faktor 1) geprüft: 40 (reduziert), 60 (normal) und 80 keimfähige Körner/m² (erhöht). Die Beikrautregulierung (Faktor 2) erfolgte für die verschiedenen Saatstärken einmal durch Blindstriegeln sowie variantenspezifisch: mit einem weiteren Striegeldurchgang (Reihenabstand 12,5 cm), Hacken und einer Kombination aus Hacke und Striegel (Hackgerät Schmotzer, Reihenabstand 25 cm, jeweils ein Arbeitsgang). Die Beikrautregulierung fand von 2017 bis 2019 nach praxisüblichen Kriterien wie Witterung und Pflanzenentwicklung statt (Striegeln: BBCH 25-33, Hacken: BBCH 25-65). Im Jahr 2016 ist sie witterungsbedingt (Triesdorf) bzw. aufgrund eines zu geringen Beikrautdrucks (Puch) entfallen. Bei den Weißen Lupinen wurden während des Wachstums pflanzenbauliche Merkmale nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (2000) erhoben, die Ertragsarchitektur untersucht und der Ertrag bestimmt. Der Student-Newman-Keuls-Test (SNK-Test) und der Tukey-Kramer-Test wurden mit SAS 9.4 durchgeführt. Unbalancierte Daten wurden nach Searle (1987) adjustiert.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

Im Mittel aller sechs Versuche wurde ein Ertrag von 33,3 dt/ha erzielt (Abb. 1). Bei der reduzierten Saatstärke lag die Bestandesdichte bei 47 Pflanzen/m² und war signifikant geringer als bei den Varianten mit erhöhter Saatstärke, die 79 Pflanzen/m² aufwiesen. Der Ertrag fiel trotz des höheren Platzangebotes der Einzelpflanze, einer signifikant stärkeren Verzweigung und signifikant mehr Hülsen mit signifikant mehr Körnern je Hülse (Tab. 1) geringer aus als in den beiden Varianten mit höheren Saatstärken (Abb. 1). Bei Saat-stärken von 60 und 80 Körner/m² war der Ertrag vergleichbar. Bei der Ertragsarchitektur konnten

zwischen diesen beiden höheren Saatstärken ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Hinsichtlich der Massenbildung in der Anfangsentwicklung, der Tausendkornmasse und der Pflanzenlänge unterschieden sich die Pflanzen bei den drei verschiedenen Saatstärken nicht voneinander. Eine erhöhte bzw. normale Saatstärke verbesserte aber die Beikraut-unterdrückung gegenüber der reduzierten Saatstärke (Tab. 1). Pflanzenbauliche Faktoren, welche die Ertragsbildung der Lupine signifikant beeinflussten, waren vor allem die Frühverunkrautung, gefolgt von der Massenbildung in der Anfangsentwicklung, der Pflanzenlänge und der Spätverunkrautung (Tab. 1). Die stärkere Verunkrautung in der Variante mit reduzierter Saatdichte reduzierte demnach, neben anderen Faktoren, den Ertrag. Hinsichtlich der Ertragsarchitektur wirkten sich die Anzahl Seitentriebe und die Körner je Hülse am Seitentrieb besonders auf den Kornertrag aus.

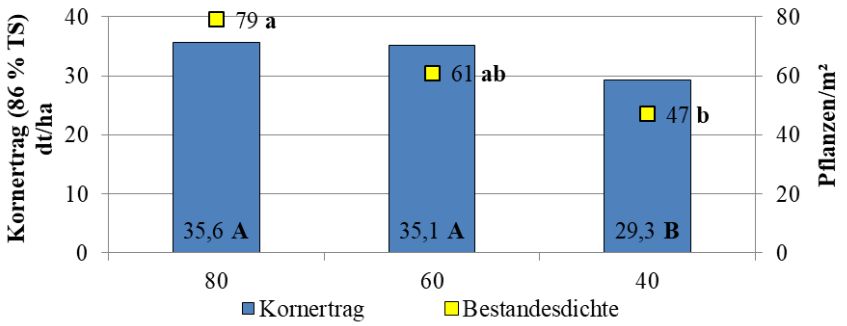



*Abb: 1: Ertrag (Mittelwerte (MW) 2016-2019) und Bestandesdichte (nur MW Puch 2016, 2017, 2019, Triesdorf 2016) der Weißen Lupine bei unterschiedlichen Saatstärken . Verschiedene Groß- (Ertrag) bzw. Kleinbuchstaben (Bestandesdichte) zeigen signifikante Unterschiede (SNK-Test bzw. Tukey-Kramer-Test; p < 0,05)*

Tab. 1: *Pflanzenbauliche Merkmale, Ertragsarchitektur und standardisierte Koeffizienten für Ertrag und Regressoren, Standorte Puch und Triesdorf (MW 2016-2019)*

| **Pflanzenbauliche Merkmale**[1] | **Saatstärke Körner/m²** | | | **Beta**[4] |
|---|---|---|---|---|
| | **40** | **60** | **80** | |
| Massenbildung Anfangsentwicklung (1-9)[2] | 4.8 n.s. | 4.7 | 4.8 | 0,21*** |
| Pflanzenlänge cm | 70 n.s. | 73 | 72 | 0,24*** |
| Frühverunkrautung % | 17,8 a | 12,3 b | 9,9 b | -0,37*** |
| Spätverunkrautung % | 25,5 a | 21,4 ab | 17,3 b | -0,27*** |
| **Ertragsarchitektur**[3] | | | | |
| Anzahl Seitentriebe | 3,0 a | 2,4 b | 2,2 b | -0,86*** |
| Anzahl Hülsen Haupttrieb | 4,6 a | 3,8 b | 3,3 b | 0,01 |
| Körner/Hülse Haupttrieb | 4,3 a | 4,0 b | 3,9 b | 0,003 |
| Anzahl Hülsen Seitentriebe | 3,9 a | 2,2 b | 1,9 b | -0,06 |
| Körner/Hülse Seitentriebe | 2,1 a | 1,5 b | 1,3 b | 0,46*** |
| Tausendkornmasse g | 401 n.s. | 409 | 406 | -0,01 |

Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede, n.s. = nicht signifikant ([1]Tukey-Kramer-Test, [2]Bonitur 1-9, wobei 1 = gering, 9 = sehr hoch; [3]SNK-Test; $p < 0,05$); [4] *** = $p \leq 0,0001$, ** = $p \leq 0,001$, *= $p \leq 0,05$; $R^2$ der Regressoren (multiple Regression): 0,77

In der Striegelvariante war der Kornertrag signifikant höher als in der Hackvariante (Abb. 2). Auffällig ist, dass die Keimdichte in der Striegelvariante mit 82 Pfl./m² bei einem Reihenabstand von 12,5 cm um rund 58 % höher war als in den anderen beiden Varianten, in denen für das Hacken ein größerer Reihenabstand (25 cm) notwendig war. Durch den Reihenabstand lassen sich u. a. auch die Ertragsunterschiede erklären. Eine ungünstige Standraumverteilung der Einzelpflanzen bei größerem Reihenabstand dürfte für einen schlechteren Feldaufgang und einen damit verbundenen geringeren Ertrag verantwortlich sein. Dies stellten auch Aigner *et al.* (2015) bei Soja fest. Eine intensivere Beikrautregu-lierung durch die Kombination aus Hacke und Striegel wirkte sich aufgrund des insgesamt geringen Beikrautdrucks in allen Versuchen weder positiv auf den Kornertrag noch auf die Verunkrautung aus. Die Spätverunkrautung war bei allen drei Behandlungen vergleichbar. Bei geringem Beikrautdruck stellten auch Urbatzka *et al.* (2016) bei Soja keinen Unterschied zwischen Striegeln und Hacken auf den Beikrautdeckungsgrad und den Ertrag fest.

Die Pflanzenverluste durch die Beikrautregulierung waren im Jahr 2019 in Puch bei der Kombination aus Hacken und Striegeln höher als in den reinen Hackvarianten. Bei einer kombinierten Beikrautregulierung durch Hacke und Striegel empfiehlt es sich deshalb, etwas höhere Saatstärken zur Kompensation der größeren Pflanzenverluste einzuplanen.

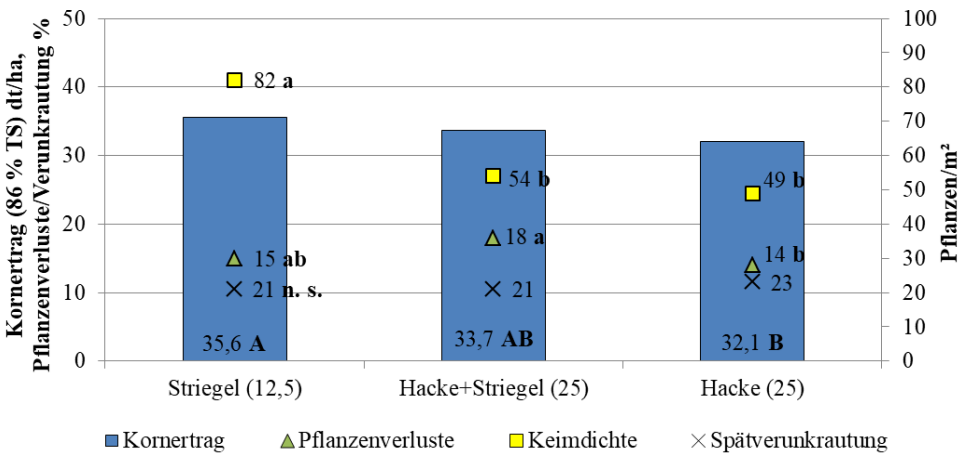



*Abb 2: Ertrag der Weißen Lupine bei unterschiedlicher Beikrautregulierung, Spätver-unkrautung (MW 2017-2019), Keimdichte (nur MW Puch 2017, 2019, Triesdorf 2016) und Pflanzenverluste (Puch 2019). Verschiedene Groß- (Ertrag) bzw. Kleinbuchstaben (Keimdichte, Spätverunkrautung, Hackverluste) zeigen signifikante Unterschiede (SNK-Test bzw. Tukey-Kramer-Test; $p < 0,05$), Variantenbezeichnung: Beikrautregulierung (Reihenabstand cm)*

## 4 Schlussfolgerung

Eine Erhöhung der Saatstärke auf 80 Körner/m² führte im Vergleich zu 60 Körnern/m² zu keinem höheren Kornertrag von Weißen Lupinen. Eine Saatstärke von 40 Körner/m² spart zwar Saatgutkosten, ist aber zu gering und die einzelnen Pflanzen können die Reduzierung hinsichtlich des Kornertrags trotz einer günstigeren Standraumzuteilung, einem stärkerem Hülsenansatz und einer größeren Anzahl Körner je Hülse nicht ausgleichen. Aktuell wird deshalb eine Saatstärke von 60 Körnern/m² für den Anbau der Weißen Lupine empfohlen. In den Versuchen war der Beikrautdruck gering und der enge Reihenabstand mit reinem Striegel-einsatz erbrachte Mehrerträge im Vergleich zum weiteren Reihenabstand. Bei einem geplanten kombinierten Striegel- und Hackeinsatz sollte die Aussaatstärke leicht erhöht werden, um Pflanzenverluste auszugleichen.

## 5 Literaturverzeichnis

Aigner A & Salzeder G (2015) Saattechnik- und Saatstärkeversuch zu Soja-bohnen. Sojatagung 2015 im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerkes. LfL-Schriftenreihe (6): 53-55

Bundessortenamt (2000) Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch, Hannover

Searle SR (1987) Linear Models for Unbalanced Data. New York: Wiley & Sons

Urbatzka P, Jobst F & Demmel M (2016) Praxiserfahrung, Beikrautregulierung und Mulchsaat bei Soja im ökologischen Landbau. LfL-Schriftenreihe (4)

# Vergleich der Leistung von Soja und Erbse in Süddeutschland

Peer Urbatzka[1], Benedikt Paeßens[2], Georg Salzeder[3], Johannes Uhl[3], Andreas F. Butz[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Referat 11 - Pflanzenbau
[3]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

## Zusammenfassung

Die $N_2$-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von Soja kann in Süddeutschland bisher nicht eingeschätzt werden. Ziel eines von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geförderten Projektes war die Bestimmung dieser Einflussgrößen auf die Fruchtfolge im ökologischen Landbau. Hierzu wurden Feldversuche an zwei Standorten mit je zwei Sorten von Soja und Erbsen in 2015 bis 2017 angelegt. Zur Einstufung der Vorfruchtwirkung wurde Winterweizen als Nachfrucht angebaut. Die $N_2$-Fixierung (eine Ausnahme) und die N-Abfuhr über die Körner fielen bei Soja höher als für Erbsen aus. Hieraus errechnete sich eine für beide Kulturen vergleichbare N-Bilanz, die leicht bis deutlich negativ ausfiel. Der Ertrag des Weizens lag in drei der sechs Umwelten nach Erbse höher als nach Soja. Trotz der geringeren Vorfruchtwirkung erzielte Soja in vier der sechs Umwelten im Fruchtfolgeausschnitt Körnerleguminose-Winterweizen einen höheren Deckungsbeitrag als Erbse. Im Mittel lag dieser für Soja um etwa ein Drittel höher.

## Abstract

The $N_2$-fixation capacity and preceding crop effect of soybeans cannot be estimated for South Germany so far. The aim of the study was to determine the effect of these influence factors on crop rotation in organic farming. Field trials were conducted at two experimental sites with two varieties of soybean and pea each in 2015 through to 2017. Winter wheat was sown after grain legumes to estimate the preceding crop effect. $N_2$-fixation (one exception) and N-yield in grain were higher for soybeans than for peas. The N-balance for both crops was comparable and slightly to distinctly negative. Wheat yielded higher after peas than after soybeans in three of the six environments. Despite the lower preceding crop effect, the gross margin of soybeans was higher for the grain legumes – winter wheat crop rotation section in four of the six environments, with soybeans achieving an average gross margin approx. one third higher than peas.

## 1 Einleitung

Die Anbaufläche von Soja stieg in den letzten Jahren vor allem in Süddeutschland an. Durch die biologische $N_2$-Fixierung ist gerade bei Leguminosen neben dem Ertrag die Vorfruchtwirkung von erheblicher Bedeutung. Im Gegensatz zur etablierten Körnererbse können diese für Soja unter den Anbaubedingungen Süddeutschlands noch nicht eingeschätzt werden. Daher wurde in einem Gemeinschaftsprojekt des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft diese Frage beantwortet.

## 2 Material und Methoden

Die Feldversuche wurden auf den zwei Standorten Forchheim am Kaiserstuhl (Baden-Württemberg; langjährige Mittel 11,2 °C u. 630 mm; L) und Hohenkammer (Bayern; langjährige Mittel 7,8 °C und 816 mm; sL) in den drei Vegetationsperioden 2015/16 bis 2017/18 durchgeführt. Es wurden auf beiden Orten zwei Sojasorten (*ES Mentor* (00) und *Merlin* (000)) und zwei Erbsensorten (*Alvesta* und *Salamanca*) verglichen. Für die Schätzung der $N_2$-Fixierung wurde die erweiterte Differenzmethode nach Stülpnagel (1982) mit Erweiterung III um den Blattfall nach Hauser (1987) nach folgender Gleichung verwendet:

$$N_2\text{-Fixierung} = (N_{Korn} + N_{Blatt} + N_{Spross} + N_{min})_{Leguminose} - (N_{Korn} + N_{Blatt} + N_{Spross} + N_{min})_{Referenz}$$

Als Referenzfrüchte für die Sojabohnen wurden die Silomaissorten *Ronaldinio* (S240) und *Saludo* (S210), für die Erbsen in Baden-Württemberg eine Sommergerste (*Grace*) und in Bayern ein Hafer (*Max*) gewählt. Für die N-Bilanz wurde die N-Abfuhr der Körner von der $N_2$-Fixierung subtrahiert. Zur Bestimmung des Vorfruchtwertes der Leguminosen wurde Winterweizen (*Florian*) als Nachfrucht gesät. Zur ökonomischen Bewertung wurden aus den Versuchsergebnissen die Deckungsbeitragssumme für den Fruchtfolgeausschnitt Körnerleguminose und Winterweizen mit dem Programm *Kalkulationsdaten Marktfrüchte* der Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg berechnet.

Die Versuche wurden jeweils als Split-plot-Anlage mit vier Wiederholungen angelegt. Für die Berechnung der $N_2$-Fixierungsleistung wurde für alle Sorten der Kornertrag, der Blatt- und Sprossertrag inkl. Blattfall sowie der $N_{min}$ zur Ernte bestimmt. In allen Pflanzen-fraktionen wurde der N-Gehalt zur Berechnung der N-Menge erhoben. Die Auswertung erfolgte über ein gemischtes, hierarchisches Modell mit SAS proc mixed.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die geschätzte $N_2$-Fixierungsleistung fiel mit Ausnahme einer Sojasorte in Hohenkammer 2017 für die Sojabohnen höher als für die Erbsen aus (Tab. 1). Im Mittel der Sorten lag diese für Soja mit über 200 kg $N_2$/ha um knapp 100 kg $N_2$/ha höher. Unsere errechneten $N_2$-Fixierungsleistungen lagen im Bereich der Literaturangaben für den deutschsprachigen Raum (z. B. Jost 2003, Oberson *et al.* 2007).

Die N-Abfuhr über die Körner war für Soja immer höher als für die Erbsen (Tab. 1) und fiel im Schnitt etwa 60 % höher aus. Auch die N-Menge der Ernterückstände lag im Schnitt für die Sojabohnen um 80 % höher als für die Erbsen. Dieser Unterschied war allerdings nur in zwei der drei Jahre auf den Standort Forchheim a. K. und ebenfalls in zwei der drei Jahre für die Sorte ES Mentor in Hohenkammer signifikant (Tab. 1). Die höheren N-Erträge im Korn als auch die größeren N-Mengen der Ernteresiduen dürften wahrscheinlich einen Gutteil der höheren $N_2$-Fixierungsleistung der Sojabohnen erklären, wobei alle Angaben in Abhängigkeit des Standortes und der Witterung erheblich schwankten (Tab. 1).

Die N-Bilanz fiel wie schon bei Mayer und Heß (1997) zu beiden Kulturen leicht bis deutlich negativ aus. Einmal war die N-Bilanz von Soja und einmal die von Erbse weniger negativ, in den anderen vier Umwelten lag kein signifikanter Unterschied vor (Tab. 1). Beide Kulturarten fixieren zwar relativ hohe N-Mengen, gleichzeitig werden aber über die Körner erhebliche Mengen an Stickstoff aus dem System genommen. Allerdings wurde bei der gewählten Methode zur Schätzung der $N_2$-Fixierleistung die Wurzel- und Stoppel-masse

nicht berücksichtigt. Daher liegt vermutlich die tatsächliche $N_2$-Fixierleistung höher und die N-Bilanz fällt weniger negativ aus.

Tab. 1: *N2-Fixierungsleistung, N-Bilanz, N-Abfuhr und N-Ernteresiduen von Soja und Erbse*

| Ort | Kultur/ Sorte | $N_2$-Fixierungsleistung (kg ha$^{-1}$) | | | N-Bilanz (kg ha$^{-1}$) | | | N-Abfuhr über Kornertrag (kg ha$^{-1}$) | | | N-Ernteresiduen (kg ha$^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Forchheim | Soja | 193$^{BC}$ | 245$^{AB}$ | 299$^{A}$ | -38$^{AB}$ | -15$^{A}$ | -16$^{A}$ | 228$^{BC}$ | 260$^{B}$ | 315$^{A}$ | 58$^{B}$ | 73$^{AB}$ | 89$^{A}$ |
| | Erbse | 120$^{D}$ | 176$^{CD}$ | 157$^{CD}$ | -47$^{B}$ | -9$^{A}$ | -62$^{B}$ | 167$^{D}$ | 185$^{CD}$ | 219$^{BC}$ | 21$^{C}$ | 62$^{B}$ | 24$^{C}$ |
| Hohenkammer | Merlin | 194$^{a}$ | 198$^{a}$ | 98$^{b}$ | -10$^{ab}$ | -49$^{b}$ | -153$^{d}$ | 206$^{c}$ | 247$^{b}$ | 251$^{b}$ | 67$^{bcd}$ | 71$^{bc}$ | 56$^{cd}$ |
| | ES Mentor | 165$^{a}$ | 269$^{a}$ | 209$^{a}$ | -31$^{ab}$ | -30$^{ab}$ | -100$^{c}$ | 196$^{cd}$ | 300$^{a}$ | 309$^{a}$ | 82$^{ab}$ | 108$^{a}$ | 62$^{cd}$ |
| | Alvesta | 97$^{b}$ | 132$^{b}$ | 91$^{b}$ | -32$^{ab}$ | -33$^{ab}$ | -15$^{ab}$ | 126$^{f}$ | 165$^{e}$ | 106$^{fg}$ | 43$^{cd}$ | 63$^{bcd}$ | 35$^{d}$ |
| | Salamanca | 80$^{b}$ | 133$^{b}$ | 95$^{b}$ | -39$^{ab}$ | -44$^{ab}$ | -2$^{a}$ | 103$^{fg}$ | 177$^{de}$ | 97$^{g}$ | 40$^{cd}$ | 55$^{cd}$ | 54$^{cd}$ |

*Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (Tukey-Test $p < 0,05$); keine signifikante Wechselwirkung bei Kultur*Sorte in Forchheim*

Der Kornertrag der Nachfrucht Winterweizen im ökologischen Anbau fiel nach Soja zwar in fünf der sechs Umwelten nummerisch höher aus als nach Erbsen, signifikant war dieser Unterschied aber nur in Forchheim a. K. 2017 und Hohenkammer 2017 und 2018 (Tab. 2). Im Durchschnitt erzielte Weizen nach Erbsen mit 49 dt/ha einen um etwa 10 % höheren Kornertrag als nach Soja (44 dt/ha). Die Vorfruchtwirkung von Erbsen ist demnach höher als von Soja einzuschätzen. Auch Zimmer *et al.* (2015) stellten nach Sommererbsen einen höheren Kornertrag der Nachfrucht Winterweizen im Vergleich zu Soja in einem von zwei Jahren fest. Der Rohproteingehalt des Weizens unterschied sich mit Ausnahme der Umwelt Hohenkammer 2017 zwischen Soja und Erbse nicht (Tab. 2).

Tab. 2: *$N_{min}$-Gehalt, Ertrag u. Rohproteingehalt des Weizens in Abhängigkeit der Vorfrucht*

| Ort | Kultur-art | $N_{min}$-Gehalt Vegetationsende (kg ha$^{-1}$) | | | $N_{min}$-Gehalt Vegetationsbeginn (kg ha$^{-1}$) | | | Kornertrag (dt ha$^{-1}$) | | | Rohproteingehalt (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2018 | 2016 | 2017 | 2018 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Forchheim a.K. | Soja | 69$^{bc}$ | 93$^{ab}$ | 61$^{cd}$ | 29 | 85 | 63 | 32,2$^{e}$ | 51,6$^{b}$ | 38,9$^{cd}$ | 10,8$^{ab}$ | 9,2$^{c}$ | 10,1$^{b}$ |
| | Erbse | 112$^{a}$ | 103$^{a}$ | 42$^{d}$ | 44 | 112 | 66 | 34,3$^{de}$ | 59,0$^{a}$ | 44,6$^{c}$ | 10,9$^{a}$ | 9,8$^{bc}$ | 10,2$^{ab}$ |
| Hohenkammer | Soja | 82$^{B}$ | 72$^{BC}$ | 54$^{C}$ | 34$^{C}$ | 57$^{B}$ | 25$^{C}$ | 37,2$^{D}$ | 60,8$^{B}$ | 44,7$^{DE}$ | 10,4$^{A}$ | 9,2$^{B}$ | 10,4$^{A}$ |
| | Erbse | 92$^{B}$ | 134$^{A}$ | 72$^{BC}$ | 31$^{C}$ | 95$^{A}$ | 22$^{C}$ | 35,4$^{E}$ | 73,2$^{A}$ | 49,3$^{CD}$ | 10,4$^{A}$ | 10,0$^{A}$ | 10,4$^{A}$ |

*Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (Tukey-Test $p < 0,05$); $N_{min}$ Vegetationsbeginn keine signifikante Wechselwirkung: Erbse>Soja*

Die höhere N-Menge der oberirdischen Ernterückstände von Soja im Vergleich zu den Erbsen führte in unseren Feldversuchen demnach nicht zu höheren Kornerträgen der Nachfrucht. Ursache sind nach einer multiplen Regressionsanalyse ($R^2 = 0,60$; $p < 0,0001$) höhere $N_{min}$-Werte nach Erbsen vor und nach Winter (Tab. 2), da hier vermutlich ein Teil der Ernterückstände aufgrund der früheren Ernte bereits mineralisiert wurden. Allerdings waren die $N_{min}$-Gehalte vor Winter nur in zwei der sechs und nach Winter in vier der sechs Umwelten höher. Die N-Bilanz und die N-Menge in den ober- und unterirdischen Ernterückständen hatten in der multiplen Regressionsanalyse einen vergleichsweise geringen Einfluss.

Soja ist trotz der einjährig im Versuch erhobenen, geringeren Vorfruchtwirkung im Vergleich zur Erbse die ökonomisch attraktivere Frucht. Beim Vergleich über den zwei-jährigen Fruchtfolgeausschnitt (Körnerleguminose-Winterweizen) erzielte Soja aufgrund ihrer hohen Marktpreise in vier von sechs Umwelten einen höheren Deckungsbeitrag (Tab. 3). Im Durchschnitt war dieser beim Anbau von Soja mit etwa 3.900 €/ha um etwa ein Drittel höher als für Erbse.

Tab. 3: *Summe des Deckungsbeitrages des Fruchtfolgeausschnittes Körnerleguminose – Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (€/ha)*

| | **Forchheim a. K.** | | **Hohenkammer** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Erbse** | **Soja** | **Alvesta** | **Salamanca** | **ES Mentor** | **Merlin** |
| **2015-2016** | 2389$^{d}$ | 2790$^{cd}$ | 2028$^{f}$ | 1906$^{f}$ | 2914$^{e}$ | 3057$^{e}$ |
| **2016-2017** | 3578$^{ab}$ | 3964$^{ab}$ | 4225$^{cd}$ | 4204$^{cd}$ | 5284$^{a}$ | 4809$^{b}$ |
| **2017-2018** | 3370$^{bc}$ | 4078$^{a}$ | 2541$^{e}$ | 2239$^{ef}$ | 4684$^{bc}$ | 4153$^{d}$ |

*Buchstaben geben signifikante Unterschiede je Standort an (Tukey-Test $p < 0,05$); in Forchheim keine signifikante Wechselwirkung Kultur*Sorte*

## Danksagung

Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der Eiweißpflanzen-strategie gefördert. Wir bedanken uns herzlich bei den Betriebsleitern Otmar Binder (Forchheim a. K.) und Helmut Steber (Hohenkammer) und bei allen Kolleginnen und Kollegen des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg sowie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die zu dem Forschungsvorhaben beigetragen haben.

## 4 Literaturverzeichnis

Hauser S (1987) Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba L.*) mit erweiterten Differenzmethoden. Dissertation Universität Göttingen

Jost B (2003) Untersuchungen und Kalkulationstabellen zur Schätzung der $N_2$-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von *Lupinus albus* und *Lupinus luteus* in Reinsaat und von *Vicia faba* und *Pisum sativum* in Reinsaat und im Gemenge mit *Avena sativa*. Dissertation Universität Göttingen

Mayer J & Heß J (1997) Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen. Ökologie & Landbau (3): 18-22

Oberson A, Nanzer S, Bosshard C, Dubois D, Mäder P & Frossard E (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

Stülpnagel R (1982) Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. Journal of Agronomy and Crop Science (1514): 446-458

Zimmer S, Haase T, Stoll E, Heidt H & Heß J (2015) Korn- und Proteinerträge verschiedener Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemengeanbau sowie deren Vorfruchtwirkung auf Winterweizen. Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Eberswalde: 190-193

# Erprobung einer GIS gestützten Methode zur Erosionsschutz-Beratung in Biobetrieben

Florian Ebertseder, Melanie Treisch, Klaus Wiesinger

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft ,
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## Zusammenfassung

Durch die veränderten klimatischen Bedingungen hat sich in Deutschland die mittlere Regenerosivität in den letzten 40 Jahren deutlich erhöht (Fischer *et al.* 2019). Dies macht eine Anpassung des Ackerbaus, auch in ökologisch wirtschaftenden Betrieben, erforderlich. In einem zweijährigen Pilotprojekt wurde daher ein innovativer Ansatz zur Erosionsschutz-Beratung erprobt. Er wurde auf fünf Bio-Betrieben in erosionsgefährdeten Ackerbau-Gebieten Bayerns von Beratern der Öko-Erzeugerringe getestet. Eine wichtige Grundlage war dabei die Errechnung des flächengenauen Erosionspotentials mit Hilfe der Allgemeinen-Bodenabtrags-gleichung (ABAG; Schwertmann *et al.* 1990), welches sich über ein geographisches Informationssystem (GIS) als Karte visualisieren lässt. In den Beratungen wurde mithilfe der vorbereiteten Karten das Erosionsrisiko der Ackerflächen des Betriebs besprochen und für jede gefährdete Fläche geeignete Maßnahmen zum Erosionsschutz entworfen. Die Ergebnisse der Testberatungen wurden in zwei Expertenrunden aus Landwirten, Beratern und Forschern erörtert und Vorschläge zur Optimierung sowie zur Weiterentwicklung zu einem in der Breite anwendbaren Beratungswerkzeug entworfen.

## Abstract

Due to changed climatic conditions, the average rainfall erosivity in Germany has increased significantly over the last 40 years (Fischer *et al.* 2019). Thus, arable farming methods need to be adapted, which includes organic farms, as well. To achieve this, an innovative consulting approach to erosion control was tested in a two-year pilot project. It was tested on five organic farms in erosion-prone agricultural areas in Bavaria by consultants of the organic producer associations. An important basis for this was the calculation of the area-specific erosion potential according to the Universal Soil Loss Equation (USLE; Schwertmann *et al.* 1990), which can be visualised as a map in a geographic information system (GIS). During the consultations, the risk of erosion of the farm's arable land was discussed using the prepared maps and appropriate erosion control measures were drawn up for each endangered area. The results of the test consultations were discussed in two meetings of experts comprising farmers, consultants and researchers and suggestions for optimisation and further development a broadly applicable consulting tool were designed.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Als Folge des anthopogenen globalen Temperaturanstiegs hat sich in Deutschland die mittlere Regen-Erosivität der Periode von 2001 bis 2017 um 66 % gegenüber dem Referenzzeitraum aus den 1960er bis 1980er Jahren erhöht (Fischer *et al.* 2019). Für die kommenden 30 Jahre wird für Bayern eine weitere Zunahme um 50 % prognostiziert

(Auerswald *et al.* 2019). Um die Ertragsfähigkeit der Böden in den Ackerlandschaften mittel- und langfristig zu erhalten, sind daher vielfältige Maßnahmen zur Anpassung der ackerbaulichen Praktiken und die Erhaltung und Neuanlage von erosionsmindernden Landschaftsbestandteilen inklusive des Grünlands zu planen und umzusetzen. Der land- wirtschaftlichen Beratung kommt hierbei – im Verbund mit Praxis und Wissenschaft – eine Schlüsselrolle zu. Mitglieder des Arbeitskreises Boden- und Gewässerschutz im ökologischen Landbau der LfL schlugen daher bereits 2017 vor, ein innovatives Beratungsinstrument zur betrieblichen Erosionsschutzberatung zu entwickeln. Dies erfolgte in den Jahren 2018-2019 durch die Arbeitsgruppe Bodenphysik und Erosionsschutz des LfL Instituts für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (LfL IAB) und die Öko-Erzeugerringe Bioland, Naturland, Biokreis und Demeter im Landeskuratorium für Pflanzliche Erzeugung (LKP).

## 2 Material und Methoden

Für fünf Testbetriebe wurde die Erosionsgefährdung ihrer Ackerflächen auf Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) mit Hilfe der GIS-Software ArcGIS von ESRI schlaggenau und auf einzelbetrieblicher Ebene berechnet. Die ABAG gibt den mittleren, langjährigen Bodenabtrag auf Grundlage von sechs Eingangsfaktoren an: A = R*K*S*L*C*P, wobei: A = mittlerer, langjähriger Bodenabtrag, R = Faktor der Regenerosivität, K = Bodenerodierbarkeitsfaktor, S = Hangneigungsfaktor, L = Hanglängenfaktor, C = Bewirtschaftungsfaktor, P = Querbewirtschaftungsfaktor.

Als Grundlagendaten für die Berechnung des L- und S-Faktors stand ein Digitales Geländemodell in 5m Auflösung (DGM5, LDBV) sowie die InVeKoS-Schlagdaten mit Angaben zur angebauten Hauptkultur für die Jahre 2013 bis 2017 für die Berechnung des C-Faktors zur Verfügung. Weitere Grundlagendaten waren die bayernweit flächendeckend vorhandenen Regen- (R) und Bodenerodierbarkeitsfaktoren (K) aus dem Erosionsatlas von Bayern. Für den P-Faktor wurde ein konstanter Wert von 0,85 angenommen.

Die Betriebe mit Schwerpunkt Ackerbau befanden sich in den Boden-Klima-Räumen (nach Roßberg *et al.* 2007) Gäu, Donau und Inntal (Lk Rottal-Inn), Tertiär-Hügelland Donau Süd (Lk Landshut, Lk Freising, Lk Aichach-Friedberg) und Nordwestbayern-Franken (Lk Würzburg).

Es wurden folgende Karten erstellt: a) Hangneigung (S) (< = 3 %, 3-6 %, 6-9 % und > 12 %), b) Hanglänge (L) (farbliche Darstellung der Hanglängen), c) Mittlerer, langjähriger Bodenabtrag (Angabe in t/ha*a in den Klassen < = 3, 3–5, 5-8, 8-10 und > 10). Zudem wurde der mittlere, langjährige Bodenabtrag für den Gesamtbetrieb (Ackerflächen) berechnet und angegeben. Alle Karten enthielten Darstellungen der Höhenlinien im 2 m Intervall. Die weiteren Parameter der ABAG wurden nicht in eigenen Karten dargestellt. Der C-Faktor jedes einzelnen Schlags wurde mit Hilfe der Methode nach Auerswald (2002) abgeschätzt; anhand der angebauten Kulturen der Jahre 2013 bis 2017 wurden für jeden Acker-Schlag die Anteile von Mähdruschfrüchten, mehrjährigem Ackerfutter und Reihenkulturen an der Fruchtfolge ermittelt und der C-Faktor bestimmt. Die am Projekt beteiligten Ackerbauberater der Öko-Erzeugerringe wurden von Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Bodenphysik und Erosionsschutz in einer dreistündigen Schulung in die Erosions-berechnung eingeführt und in der Benutzung der GIS-Karten geschult. Die Beratungen der Betriebe erfolgten als Einzelberatungen.

## 3 Ergebnisse

Ackerbauberater der Öko-Erzeugerringe führten auf insgesamt fünf Testbetrieben von Frühjahr 2018 bis Sommer 2019 die Beratungen durch. Hierbei wurden die Karten zur Hanglänge, zur Hangneigung und zum Bodenabtrag vorgestellt. Die Ergebnisse der Be-ratungen auf den Testbetrieben wurden bei insgesamt zwei Treffen des LfL Arbeitskreises Boden- und Gewässerschutz im ökologischen Landbau im Herbst 2018 und 2019 von den Erzeugerringberatern vorgestellt und diskutiert. Aus der Diskussion ergaben sich eine Reihe von Hinweisen für die künftige Anwendung und Weiterentwicklung des Beratungsinstruments.

Alle fünf Berater bestätigten, dass die Karten ein wertvolles Instrument zur Visualisierung der Erosions-Problematik sind und die gewählte Darstellung mit eingezeichneten Höhen-linien und Farbabstufungen gut geeignet ist. Die Karten verbesserten das Verständnis der Topographie der Ackerschläge (Hanglängen und -neigungen) und brachten einen guten Überblick über die Wege des bei Starkregen abfließenden Wassers in und zwischen den Feldstücken. Sie waren zudem hilfreich für das Verständnis der unterschiedlichen Erosionsanfälligkeit der einzelnen Ackerkulturen und der Wirkung von Fruchtfolge und Zwischenfruchtanbau. Alle Betriebsleiter stellten eine große Übereinstimmung der Kartendarstellung zum Bodenabtrag mit ihren eigenen Beobachtungen fest. Zugleich betonten sie, dass die Karten eine wichtige Hilfe waren, um im Beratungsgespräch die Dimension des Problems zu erfassen. Die Größenordnung des Bodenabtrags auf den stark erosionsgefährdeten Flächen wäre ohne dieses Hilfsmittel unterschätzt worden.

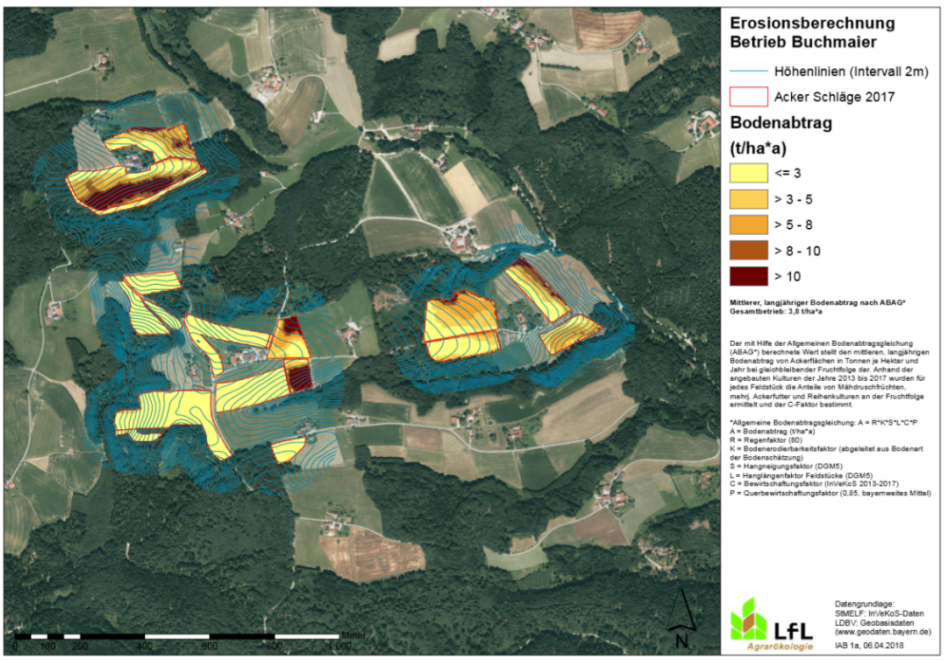



*Abb. 1: Bodenabtrags-Karte von einem der fünf Testbetriebe*

In den Beratungsgesprächen wurden konkrete betriebliche Maßnahmen zur Erosions-minderung auf den am stärksten betroffenen Teilstücken besprochen. Bei einem Folgetermin in ca. drei Jahren soll der Erfolg der umgesetzten Maßnahmen gemeinsam bewertet werden. Alle teilnehmenden Betriebsleiter möchten das Beratungsangebot weiter nutzen, um den Erosionsschutz noch besser in die betriebliche Praxis zu integrieren.

Eine Auswahl von Maßnahmen, die in den Beratungsgesprächen vereinbart wurden, sei hier genannt:

- Unterteilung einer Fläche in drei Teilstücke, so dass immer auf einer der Teilflächen Klee-Gras-Gemenge als besonders effektiv erosionsmindernde Kultur angebaut wird
- Einsaat eines Grünstreifens zwischen Teilschlägen mit Reihenkulturen (Mais, Kartoffeln)
- Hackkulturen nur auf geeigneten Feld- und Teilstücken, Verzicht auf deren Anbau auf besonders erosionsgefährdeten Teilstücken
- Umwandlung extrem erosionsgefährdeter Teilstücke in Grünland oder in Streuobstwiesen
- Neuanlage von Erosionshindernissen: Anlage eines abflussmindernden blütenreichen Saumes.

## 4 Diskussion und Ausblick

Für eine breitere Anwendung des hier vorgestellten Beratungsansatzes zum Erosionsschutz bleiben zwei wesentliche Hindernisse zu überwinden. Zum einen wäre zu klären, von wem die Bodenabtrags-Karten als wichtiges Beratungs-Instrument erstellt werden könnten; die LfL kann dies nur in begrenztem Umfang im Rahmen von Erprobungs- und Entwicklungsprojekten leisten. Ein Ansatz hierzu könnten evtl. Projekte der Ländlichen Entwicklung in Bayern wie „boden:ständig“ sein. Weitere Möglichkeiten zur Abschätzung der Erosionsgefährdung bieten bereits jetzt für jeden, mobil und öffentlich zugänglich, die überarbeitete App ABAG_interaktiv (LfL 2020a) sowie der neu berechnete Erosionsatlas der LfL (2020b). Zum anderen sollte die Beratung für den Landwirt zu gesamtgesellschaftlich wichtigen Themen wie dem Erosionsschutz (gleiches gilt für Biodiversität, Gewässerschutz usw.) zu einem hohen Prozentsatz staatlich gefördert werden oder kostenfrei möglich sein. In einer zweiten Testphase soll überprüft werden, inwieweit auch eine Gruppenberatung bzw. kollegiale Beratung zum Erosionsschutz praktikabel ist. Die LfL plant zusammen mit den Öko-Erzeugerringen dazu ab 2021 eine „field school“ mit 5-6 Betrieben durchzuführen.

Die Testberatungen ergaben einige Optimierungsvorschläge im Detail:

a) auch Nachbarflächen sollten bei der Bewertung des Erosionsrisikos einbezogen werden, insbesondere bei der Bewertung von Abflusswegen,

b) die Wasser-Einzugsgebiete sind stärker zu berücksichtigen,

c) der Einfluss von Hofflächen und versiegelten Flächen sollte integriert werden,

d) die ABAG unterschätzt die Erosivität der in Tiefenlinien gebündelten Erosion,

e) Schwellenwerte sollten klar definiert werden, ab denen ein Handlungsbedarf anzuraten ist.

## Danksagung

Wir danken den Beratern der Öko-Erzeugerringe für die Mitwirkung: Ewald Pieringer (Naturland), Peter Hinterstoißer (Biokreis), Alois Fersch (Demeter), Ralf Mack und Alexander Kögel (Bioland). Ebenso gilt unser Dank den beteiligten Landwirten: Georg Buchmaier (Biokreis), Lebensgemeinschaft Höhenberg (Demeter), Franz Lamprecht (Naturland), Thomas Schwab und Johannes Kreppold (beide Bioland).

## 5 Literaturverzeichnis

Auerswald K (2002) Schätzung des C-Faktors aus Fruchtartenstatistiken für Ackerflächen in Gebieten mit subkontinentalem bis subatlantischem Klima nördlich der Alpen. Landnutzung und Landentwicklung (43): 1-5

Auerswald K, Fischer FK, Winterrath T & Brandhuber R (2019) Rain erosivity map for Germany derived from contiguous radar rain data. Hydrol. Earth Syst. Sci. (23): 1819-1832, https://doi.org/10.5194/hess-23-1819-2019

LfL (2020a) ABAG_interaktiv. https://www.lfl.bayern.de/appl/abag_interaktiv/ (27.01.2020)

LfL (2020b) Erosionsatlas Bayern. https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/029288/ (27.01.2020)

Fischer FK, Winterrath T & Auerswald K (2018) Temporal- and spatial-scale and positional effects on rain erosivity derived from point-scale and contiguous rain data. Hydrol. Earth Syst. Sci. (22): 6505-6518, https://doi.org/10.5194/hess-22-6505-2018

Roßberg D, Michel V, Graf R & Neukampf R (2007) Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 59 (7): 155-161

Schwertmann U, Vogl W & Kainz M (1990) Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage

# Regenwürmer profitieren im ökologischen Landbau von Kleegras als Vorfrucht und von Kleegrasmulch zur organischen Düngung

Roswitha Walter[1], Franziska Mitzdorf[2], Sebastian Wolfrum[1], Hauke Heuwinkel[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirschaft
[2]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

## Zusammenfassung

Die Bedeutung sowohl der Vorfrucht, als auch der Form der organischen Düngung auf die Regenwurmpopulationen wurde in einem Langzeit-Fruchtfolgeversuch untersucht. Beprobt wurde Weizen nach Kleegras oder nach Kartoffel. Die Fruchtfolge wurde entweder mit Rindergülle gedüngt (viehhaltendes System, Abfuhr Kleegras und Gülledüngung) oder spiegelt die Situation in einem viehlosen System (Mulchen des Kleegrases, ohne organische Düngung der Nachfrüchte) wider. Eine Beprobung im Mai 2017 unter insgesamt günstigen Bedingungen belegte, dass die Vorfrucht Kleegras die Reproduktion der Regenwürmer begünstigt, was noch im nachfolgenden Weizen deutlich wurde. Die tiefgrabende Art *Lumbricus terrestris* profitierte sowohl von Kleegras als Vorfrucht, als auch vom Mulchen des Kleegrases.

## Abstract

The objective of this study was to prove the effect of the preceding crop and the kind of organic fertilization on the population of earthworms. For this purpose, a long-term crop rotation trial was conducted and earthworms were sampled in growing wheat, which followed either clover-grass-ley or potatoes. Further, the plots simulated either livestock farming (cutting of clover-grass-ley and slurry) or stockless farming (mulching of clover-grass-ley and no organic fertilization). Sampling took place under optimal conditions in mid-May 2017. Results confirm the clear advantage of clover-grass-ley as preceding crop in comparison to potatoes. Even in wheat, the abundance and biomass of juvenile earthworms was significantly increased. The anecic species *Lumbricus terrestris* clearly profited from both clover-grass-ley as preceding crop and further from the mulching of clover-grass-ley.

## 1 Einleitung und Fragestellung

Der Regenwurmbestand in Äckern wird neben den Standortfaktoren und der Witterung stark von der Bewirtschaftung beeinflusst. In einem Langzeitversuch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Viehhausen in Oberbayern (Tertiärhügelland) zu Fruchtfolgen im ökologischen Landbau (Castell *et al.* 2016) entstand, durch Anpassungen im Fruchtfolgeaufbau, die einmalige Möglichkeit, kurzfristige Wirkungen sowohl der Vorfrucht, als auch der Düngung auf den Regenwurmbestand in langlaufenden, modellhaften Rotationen aufzuzeigen.

## 2 Material und Methoden

Innerhalb des seit 1998 laufenden Fruchtfolgeversuches sind sechs Rotationen angelegt, wovon drei eine viehhaltende, die anderen drei eine viehlose Bewirtschaftung nachstellen. Alle Kulturen einer Rotation werden in jedem Jahr angebaut. Die in vier dieser Fruchtfolgen – stets nach der Vorfrucht Kleegras – angebaute Kartoffel wurde mit dem Anbaujahr 2016 durch Winterweizen ersetzt, der bis dahin erst nach der Kartoffel folgte. Die nun für diese Untersuchung ausgewählten zwei Rotationen waren bis 2016 Kleegras-Kartoffel-Winterweizen und nach der Umstellung Kleegras-Winterweizen-Hafer. Die eine Rotation bildet Viehhaltung mit Abfuhr des Kleegrases und Gülledüngung nach, die andere wirtschaftet viehlos (Mulchen des Kleegrases und keine organische Düngung der Nachfrüchte). Im Erntejahr 2017 entstand mit dem Ersatz der Kartoffel durch Winterweizen die einmalige Situation, in beiden Rotationen zwei direkt benachbarte Parzellen mit Winterweizen zu haben, die entweder Kleegras oder Kartoffel als Vorfrucht hatten. Die Beprobung zur Erfassung des Regenwurmbesatzes erfolgte vom 11.-12.05.2017 mit jeweils vier Stichproben je Parzelle durch eine Methodenkombination, bestehend aus einer Austreibungsmethode mit anschließender Handauslese. Die Determination der Regenwurmarten, ihrer Siedlungsdichte und ihrer Biomasse erfolgte im Labor.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Vorfrucht Kleegras erhöhte im Vergleich zur Kartoffelvorfrucht signifikant die Gesamt-Abundanz und auch die Gesamt-Biomasse der Regenwürmer (Tab. 1). Dies dürfte auf eine höhere Reproduktionsrate in Kleegras zurückzuführen sein, was die signifikant höheren Werte für juvenile Tiere belegen. Zudem profitierte unter den sieben nachge-wiesenen adulten Regenwurmarten besonders die tiefgrabende Art *Lumbricus terrestris* signifikant von der Vorfrucht Kleegras (Daten nicht gezeigt).

Tab. 1: *Wirkung der Vorfrucht Kleegras und Kartoffel auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer (Mittelwerte ± Standardabweichung; n = 6; T-Test für Abundanz und Gesamtbiomasse, Wilcoxon-Test für Biomasse der juvenilen und adulten Tiere; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede durch die Vorfrucht, α = 0,05)*

| | **Abundanz (Individuen/m²)** | | **Biomasse (g/m²)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Kleegras** | **Kartoffel** | **Kleegras** | **Kartoffel** |
| Juvenile Tiere | $84^{a} \pm 35{,}4$ | $47^{b} \pm 23{,}3$ | $32{,}1^{a} \pm 12{,}2$ | $7{,}3^{b} \pm 4{,}7$ |
| Adulte Tiere | $38^{a} \pm 20{,}4$ | $25^{a} \pm 6{,}2$ | $52{,}6^{a} \pm 35{,}2$ | $28{,}6^{a} \pm 9{,}9$ |
| Gesamt[1] | $122^{a} \pm 36{,}5$ | $72^{b} \pm 26{,}3$ | $90{,}6^{a} \pm 32{,}6$ | $41{,}7^{b} \pm 20{,}9$ |

[1] *In der Gesamtbiomasse sind auch nicht eindeutig zuordenbare Teilstücke der Regenwürmer einbezogen.*

Das gemulchte Kleegras im viehlosen Bewirtschaftungssystem verdoppelte nahezu die Regenwurmbiomasse im Vergleich zur Rindergülledüngung (Tab. 2). Unter den adulten Tieren war es die tiefgrabende, nachts an der Bodenoberfläche Streu einsammelnde Art *Lumbricus terrestris,* auf die der Unterschied zurückzuführen war (Daten nicht gezeigt).

Tab. 2: *Wirkung einer Düngung mit Rindergülle im Vergleich zum Mulchen von Kleegras auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer (Mittelwerte mit Standardabweichung, ANOVA, n = 3, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede durch die Düngung, α = 0,05)*

| | **Abundanz (Individuen/m²)** | | **Biomasse (g/m²)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Rindergülle** | **Kleegras-Mulch** | **Rindergülle** | **Kleegras-Mulch** |
| Juvenile Tiere | $71^{a} \pm 13{,}2$ | $60^{a} \pm 38{,}6$ | $21{,}1^{a} \pm 5{,}6$ | $18{,}2^{a} \pm 8{,}6$ |
| Adulte Tiere | $22^{a} \pm 9{,}6$ | $41^{a} \pm 3{,}5$ | $22{,}5^{a} \pm 9{,}3$ | $58{,}8^{b.} \pm 11{,}6$ |
| Gesamt[1] | $93^{a} \pm 23$ | $101^{a} \pm 35$ | $45{,}7^{a} \pm 4{,}18$ | $86{,}3^{b} \pm 13{,}4$ |

[1]*In der Gesamtbiomasse sind auch nicht eindeutig zuordenbare Teilstücke der Regenwürmer einbezogen.*

## 4 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse belegen die hohe Relevanz der Fruchtfolgegestaltung sowie der Form der organischen Düngung für Regenwürmer als Zeiger für einen biologisch aktiven Boden. Ein Klee-Gras-Gemenge baut Regenwurmpopulationen auf (Walter & Daschner 2014). Dieser Effekt ist noch in der Folgekultur erkennbar. Auch das Mulchen des Gemenges wirkt förderlich. Hackfrüchte wie die Kartoffel, die aufgrund ihrer intensiveren Bodenbearbeitung ungünstig auf Regenwürmer wirken, sollten in eine reichhaltige Fruchtfolge mit Klee-Gras-Gemenge eingebunden sein, um die Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten.

## 5 Literaturverzeichnis

Castell A, Eckl T, Schmidt M, Beck R, Heiles E, Salzeder G & Urbatzka P (2016) Fruchtfolgen im ökologischen Landbau – Pflanzenbaulicher Systemvergleich in Viehhausen und Puch – Zwischenbericht über die Jahre 2005-2013. LfL-Schriftenreihe (9) https://www.lfl.bayern.de/publikationen/schriftenreihe/149940/index.php

Walter R & Daschner J (2014) Regenwurmbestand in Fruchtfolgen mit ökologischer Bewirtschaftung. Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbau-Tag 2014, LfL-Schriftenreihe (2): 151-157. https://www.lfl.bayern.de/publikationen/schriftenreihe/067513/index.php

# Qualitative Analyse von Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren in den sechs südlichen Öko-Modellregionen

Theresa Hautzinger[1,2]

[1]Technische Universtität München, Lehrstuhl für Produktions- und Ressourcenökonomie

[2]Öko-Modellregion Kulturraum Ampertal

## Zusammenfassung

Mit Hilfe eines qualitativen Forschungsansatzes wurden Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren von Projekten und Initiativen in den sechs südlichen Öko-Modellregionen in Bayern untersucht. Dabei wurde vor allem die Bedeutung des „soft-capital“ deutlich. Insgesamt sind die Öko-Modellregionen ein wirksames Instrument zur Stärkung der ökologischen Land- und Lebensmittelwirtschaft.

## Abstract

This study uses a qualitative research approach to investigate factors of success and failure in local projects and initiatives promoting organic farming and rural development in six southern Bavarian *model organic regions*. Soft capital turned out to be a driving force for cooperation projects. *Model organic regions* have proved to be an effective instrument for promoting organic farming.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Um die ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft in Bayern zu fördern, wurde 2012 vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten das Landesprogramm „BioRegio Bayern 2020“ initiiert. Mit ähnlichen Schwerpunkten wird es ab 2021 als „BioRegio Bayern 2030“ fortgeführt, wobei die Öko-Modellregionen (ÖMR) nach wie vor wichtiger Bestandteil sein werden. In den ÖMR wird eine große Bandbreite an Projekten umgesetzt. Im Fokus stehen dabei vor allem die Verknüpfung von ökologischer Erzeugung und regionaler Wertschöpfung sowie die Schaffung von Bewusstsein für naturverträgliche, nachhaltige Kreisläufe. Kernaufgabe der staatlich geförderten Projektmanager*innen in den ÖMR ist es, vorhandene Potenziale zu erschließen, aktive und engagierte Menschen ausfindig zu machen und diese zu unterstützten und dafür zu begeistern, Initiative zu ergreifen. Das hier zugrunde liegende Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit der Frage, warum Projekte und Initiativen in den einzelnen ÖMR gelingen respektive scheitern, um letztendlich Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren zu identifizieren.

## 2 Material

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung existierten in Bayern zwölf Öko-Modellregionen. In dieser Studie wurden die sechs im Süden Bayerns gelegenen ÖMR untersucht (Oberallgäu Kempten, Miesbacher Oberland, Waginger See-Rupertiwinkel, Istental (heutiges

Mühldorfer Land), Ilzer Land und Neumarkt i.d.OPf). Die sechs nördlichen ÖMR wurden in einer parallel laufenden Masterarbeit behandelt (Zips 2019, unveröffentlicht).

## 3 Methoden

Mit Hilfe eines leitfadengestützten Experteninterviews wurden die Projektmanager*innen der oben genannten ÖMR teilstrukturiert befragt. Neben allgemeinen Fragen und Themen wurden die Expert*innen vor allem gebeten, jeweils von zwei positiv und zwei negativ verlaufenden Projekten in ihren Regionen zu berichten. Die Interviews wurden transkribiert und mit Hilfe der Software MAXQDA qualitativ ausgewertet. Um die Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren der Projekte herauszufiltern, wurden induktiv Kategorien gebildet. Anschließend wurden den Kategorien passende Passagen aus den Interviews zugeordnet.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

Die sechs Experteninterviews lieferten insgesamt 23 Faktoren, welche den Erfolg (Tab. 1) respektive den Misserfolg (Tab. 2) von Projekten und Initiativen im Untersuchungsgebiet prägten. Die Projekte werden im Rahmen komplexer sozialer Wirkungsgefüge und regionaler Besonderheiten durchgeführt. Aufgrund dessen sind die Faktoren nie getrennt voneinander zu betrachten, sondern eingebettet in soziale und regionale Mechanismen.

Tab. 1: *15 Erfolgsfaktoren und deren thematische Zuordnung zu vier Gruppen*

| **Gruppe** | **Erfolgsfaktoren** |
|---|---|
| Akteursbezogen | Eigenmotivation und Engagement der Akteure |
| | Wirtschaftlicher Anreiz, Perspektiven und Sicherheit |
| | Kooperation zwischen den Akteuren |
| | Bündelung von Kleinstmengen |
| Managementbezogen | Zusammenarbeit mit anderen Verbänden und Experten |
| | Veranstaltungen, Exkursionen, Workshops und Bildung |
| | Tätigkeiten und Kompetenz des Projektmanagements |
| Regionale Gegebenheiten | Bestehende Strukturen nutzen |
| | Bedarf und Offenheit der Akteure |
| | Nachfrage der Bevölkerung |
| | Tourismusregion und mediale Aufmerksamkeit |
| Soziale Mechanismen | Gemeinschaftsgefühl |
| | Gute Kommunikation |
| | Überwindung der Anonymität und soziale Verflechtung der Akteure |
| | Aktualität des Themas |

Tab. 2: *Acht Misserfolgsfaktoren und deren thematische Zuordnung zu vier Gruppen*

| **Gruppe** | **Misserfolgsfaktoren** |
|---|---|
| Akteursbezogen | Finanzielle Unsicherheiten und fehlende Zukunftsperspektiven |
| | Fehlendes Engagement, Zeit und Interesse |
| | Fehlinterpretation der Managerrolle durch die Akteure |
| Wirtschaftliche Limitierung | Fehlende (verarbeitende) Strukturen |
| | Größe des Unternehmens |
| Gesellschaftliche Hindernisse | Fehlender politischer Rückhalt |
| | Ungünstige soziale Verflechtungen |
| Konzeptbezogen | Ideen aus dem Konzept für die Region nicht realisierbar |

Sowohl Erfolg als auch Misserfolg von Projekten hängen maßgeblich von den beteiligten Akteur*innen ab. Damit Projekte als erfolgreich beschrieben wurden, sind Schlüsselpersonen mit starker Eigenmotivation, hoher fachlicher Kompetenz und sozialem wie kommunikativem Geschick erforderlich. Sie fungieren als „Zugpferde" und motivieren andere. Zugleich können sich zentrale Akteur*innen, denen diese Eigenschaften fehlen, ungünstig auf Projekte auswirken. Besonders hinderlich waren dabei deren eigene wirtschaftliche Unsicherheiten und unklare betriebliche Perspektiven. Andere Untersuchungen zeigen ebenfalls die Relevanz dieses „soft capitals", welche neben den messbaren physikalischen und monetären Parametern für derartige Projekte von Bedeutung sind (Daalgard *et al.* 2003). Schlüsselfiguren mit hohem Engagement, sozialer Kompetenz, kulturellem und regional angepassten Wissen haben positiven Einfluss auf alternative Ernährungssysteme (Midmore *et al.* 2004, Seyfang 2006).

Die Projektmanager*innen, welche in den Regionen Netzwerke bilden, Prozesse in Gang setzen, Veranstaltungen und Exkursionen organisieren und dazu beitragen, dass die Anonymität zwischen Akteur*innen aufgehoben wird, sind ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Projekte. Problematisch kann die Fehlinterpretation der Rolle der Projektmanager*innen sein. Werden sie als die oben beschriebenen „Zugpferde" anstatt Berater*innen und Unterstützter*innen aufgefasst, kann es zu Missverständnissen und fehlendem Engagement bei den Beteiligten kommen.

Strukturelle Gegebenheiten, sowohl von Regionen als auch von Betrieben, können sich vorsowie nachteilig auswirken. Strukturstarke Gegenden mit touristischer Prägung haben oftmals Vorteile. Ebenso von Vorteil ist das Vorhandensein von (verarbeitenden) Betrieben sowie bestehende Infrastruktur und Logistik. Sind Regionen strukturschwach, fehlen Kaufkraft und auch (verarbeitende) Biobetriebe, sind Projekte schwierig zu realisieren. Unstimmigkeiten zwischen dem Arbeitskonzept, welches jeder ÖMR zugrunde liegt und den Interessen regionaler Akteur*innen sowie regionalen Gegebenheiten war ein weiterer hemmender Faktor. Projektmanager*innen, die ihre Arbeitskonzepte schon in der Aufbauphase auf Umsetzbarkeit prüften und die Projekte entsprechend priorisierten waren hier erfolgreicher.

Fehlender politischer Rückhalt auf kommunaler Ebene äußert sich als maßgeblicher Faktor, warum Projekte scheitern. Den Anteil bio-regionaler Produkte in der Verpflegung öffentlicher Einrichtungen und Feste zu etablieren, stellt sich als große Herausforderung dar. Horlings und Marsden (2014) nennen inadäquate politische Unterstützung ebenfalls als einen der wichtigsten limitierenden Faktoren.

## 5 Schlussfolgerung

Es konnten Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren von Projekten und Initiativen in den süd-bayerischen ÖMR identifiziert werden. Erfolg sowie Misserfolg von Projekten und Initiativen sind stark von sozialen und regionalen Mechanismen und Gefügen abhängig. Die Erfolgsfaktoren verdeutlichen, dass sich die ÖMR als gelungenes Instrument erweisen, um die ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft sowie das Bewusstsein dafür zu stärken. Die ÖMR werden als vielversprechender Ansatz gesehen, Herausforderungen im ländlichen Raum zu begegnen. Die weniger erfolgreichen Projekte mit den entsprechenden Faktoren zeigen, dass es auch Verbesserungspotenziale gibt. Die Kommunal-Politik sollte ihre Rolle und Verantwortung noch besser annehmen, Akteur*innen und Projektmanager*innen sollten für Misserfolgsfaktoren sensibilisiert werden, um sie umgehen zu können.

## 6 Literaturverzeichnis

Dalgaard T, Hutchings N J & Porter J R (2003) Agroecology, scaling and interdisciplinarity. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 100 (1): 39–51. DOI: 10.1016/S0167-8809(03)00152-X

Horlings L G & Marsden T (2014) Exploring the ‘New Rural Paradigm’ in Europe: Eco-economic strategies as a counterforce to the global competitiveness agenda. In: European Urban and Regional Studies 21 (1): 4–20. DOI: 10.1177/0969776412441934

Midmore P, Foster C & Schermer M (2004) Organic Producer Initiatives and Rural Development. Four European Case Studies

Seyfang G (2006) Ecological citizenship and sustainable consumption: Examining local organic food networks. In: Journal of Rural Studies 22 (4): 383–395. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2006.01.003

Zips J (2019, unveröffentlicht) Qualitative Analyse von Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren in Projekten und Initiativen in den sechs nördlichen Öko-Modell-regionen Bayerns. Master Thesis. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan. Lehrstuhl für Produktions- und Ressourcenökonomie und Projektbüro mareg

# Der LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko

Robert Schätzl

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

## Zusammenfassung

Mit dem „LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko“ lässt sich die Veränderung des Gewinns zwischen konventionellem Betrieb in der Ausgangssituation und ökologischem Betrieb in der Zielsituation ermitteln. Hierfür werden Veränderungen in den Deckungsbeiträgen, in Direktzahlungen und Prämien sowie bei den Festkosten berücksichtigt. Vorbelegungs-werte ermöglichen schnelle Rechenergebnisse. Wenn die Vorbelegungswerte in den wichtigen Positionen durch individuelle Werte für den jeweiligen Betrieb ersetzt werden, sind mit dem Programm sehr treffende Aussagen für den konkreten Fall möglich.

## Abstract

The ‘LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko‘ software calculates the change in profit for farms converting to organic farming. For this, changes in contribution margins, direct payments and fixed costs are taken into account. The use of default values allows fast calculation results. The software can also provide more individual results. To achieve this, the default values need to be replaced by farm-individual values.

## 1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Jahr 2018 wirtschafteten 12 % der Agrarbetriebe in Deutschland mit 9 % der Agrarfläche nach den Kriterien des ökologischen Landbaus (BMEL 2020). In Bayern wurden im selben Jahr 11 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ökologisch bewirtschaftet, Anfang 2020 mit mehr als 371.000 ha (LfL 2020a) bereits 12 %.

Bis zum Jahr 2030 sollen in Deutschland 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ökologisch bewirtschaftet werden (Bundesregierung 2018, S. 53), in Bayern sogar mindestens 30 %. Bereits im Jahr 2025 soll der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Bayern mindestens 20 % betragen (GVBl. 2019, Art. 1a).

Für landwirtschaftliche Betriebe und die dahinter stehenden Familien ist eine Umstellung auf ökologischen Landbau nicht zuletzt auch eine ökonomische Frage. Die Familien möchten wissen, wie sich durch einen solchen Schritt voraussichtlich das Einkommen verändert und wie der Betrieb rentabel geführt werden kann. Um Einschätzungen dafür zu erleichtern, sollte ein allgemein verfügbares und einfach zu handhabendes Planungsprogramm entwickelt werden. Dieses soll mit geringem Arbeitsaufwand erste Rechen-ergebnisse ermöglichen und so dazu motivieren, sich näher mit den einzelnen betriebswirtschaftlichen Daten zu beschäftigen. Die detaillierten Anforderungen an einen Umstellungsplaner sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: *Anforderungen an einen Umstellungsplaner*

- Die EDV-Anwendung ist über das Internet frei verfügbar.
- Die Programmfunktionen sind, soweit möglich, selbsterklärend.
- Durch Vorbelegung der einzelnen Parameter mit typischen Werten können mit vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand Rechenergebnisse erzielt werden.
- Vorbelegungswerte werden mindestens für die gängigen konventionellen und ökologischen Produktionsverfahren angeboten.
- Um den Verhältnissen im jeweiligen Betrieb besser gerecht zu werden, lassen sich die Vorbelegungswerte durch betriebsindividuelle Werte ersetzen.
- Es werden im Programm Hilfestellungen angeboten, um die Deckung des Grobfutter- und des Nährstoffbedarfs in der Zielvariante abzuschätzen.
- Die Berechnungsergebnisse lassen sich lokal speichern und ausdrucken.
- Eine regelmäßige Pflege des Programmes, insbesondere hinsichtlich der Vorbelegungswerte, ist mit vertretbarem Aufwand zu leisten.

## 2 Material und Methoden

Am Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur der LfL wurde der LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko entwickelt. Dieser nutzt die Methode der Programmplanung, um die Veränderung des Gewinns zwischen Ist-Situation mit konventioneller Bewirtschaftung und Ziel-Situation mit ökologischer Bewirtschaftung zu ermitteln. Grundlage dafür ist die Berechnung von Deckungsbeiträgen für die einzelnen Produktionsverfahren im Ist und im Ziel. Die Einzeldeckungsbeiträge werden anschließend zum Gesamtdeckungsbeitrag des Betriebs im Ist bzw. im Ziel aggregiert (siehe Tab. 2). Aus der Differenz der Gesamtdeckungsbeiträge zwischen Ist und Ziel, der Differenz bei Direktzahlungen und Prämien sowie den Änderungen bei den Festkosten wird schließlich die Gewinnveränderung berechnet.

Tab. 2: *Ermittlung der Gewinnveränderung zwischen Ist und Ziel (beispielhaft für jeweils drei Produktionsverfahren, DB = Deckungsbeitrag, P = Direktzahlungen und Prämien, FK = Festkosten, $FK_{zus.}$ = zusätzliche Festkosten, $FK_{entf.}$= entfallende Festkosten, G = Gewinn)*

| | **Ist-Betrieb konventionell** | **Ziel-Betrieb ökologisch** | **Veränderung** |
|---|---|---|---|
| DB Verfahren 1 | DB 1 | | |
| DB Verfahren 2 | DB 2 | | |
| DB Verfahren 3 | DB 3 | | |
| DB Verfahren 4 | | DB 4 | |
| DB Verfahren 5 | | DB 5 | |
| DB Verfahren 6 | | DB 6 | |
| **Gesamt-deckungs-beitrag** | **$DB_{Ist}$ = DB1 + DB2 + DB3** | **$DB_{Ziel}$ = DB4 + DB5 + DB6** | **$\Delta DB = DB_{Ziel} - DB_{Ist}$** |
| **Prämien** | **$P_{Ist}$** | **$P_{Ziel}$** | **$\Delta P = P_{Ziel} - P_{Ist}$** |
| **Festkosten** | | $FK_{zus.}$, $FK_{entf.}$ | $\Delta FK = FK_{zus.} - FK_{entf.}$ |
| **Gewinn** | | | **$\Delta G = \Delta DB + \Delta P - \Delta FK$** |

Zur Berechnung der Deckungsbeiträge einzelner Produktionsverfahren sind die Einzelverfahren der Internetanwendung „LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“ (LfL 2020a) in den Umstellungsplaner integriert.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Der LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko ermöglicht eine vergleichsweise einfache und schnelle Abschätzung der ökonomischen Folgen, wenn ein Betrieb auf ökologischen Landbau umgestellt wird. Je nach gewünschtem Detaillierungsgrad lassen sich in den Berechnungen Vorbelegungswerte mit betriebsindividuellen Werten kombinieren. Die Menüführung unterstützt die Abarbeitung der erforderlichen Planungsschritte (siehe Tab. 3), wobei jederzeit zwischen den Menüpunkten nach vorne und nach hinten gesprungen werden kann. Die Grobfutterbilanz und der Nährstoffsaldo Boden helfen dabei, den Zielbetrieb hinsichtlich Futter- und Nährstoffversorgung nachhaltig auszurichten. Die Ausweisung der verwendeten Kostenansätze für Dünger und Pflanzenschutzmittel im Ist ermöglichen einen Vergleich mit den entsprechenden Aufwendungen in der Buchführung und eine etwaige Korrektur der Kostenansätze im Planungsprogramm. Da der Umstellungsplaner auf die Einzelverfahren der Internetanwendung „LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“ zurückgreift, ist eine regelmäßige Pflege des Datenpools gewährleistet.

Tab. 3: *Menüführung und Planungsschritte im LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko (Stand der Entwicklung zum 10.06.2020)*

| **Menüführung** | **im jeweiligen Menü mögliche Planungsschritte** |
|---|---|
| Startseite | Hilfreiche Informationen für die Planung der Umstellung |
| Voreinstellungen | Angaben zu Betrachtungszeitraum, Schlaggröße und Mehrwertsteuer |
| Auswahl Verfahren | Auswahl der Produktionsverfahren für Ist- und Zielbetrieb, Einlesen gespeicherter Verfahren aus der Anwendung „LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“ |
| Umfang Verfahren | Aufteilung von Acker- und Grünlandfläche auf die Produktionsverfahren Pflanzenbau, Angabe der Anzahl der gehaltenen bzw. aufgezogenen oder gemästeten Tiere für die Produktionsverfahren Viehhaltung; Aufruf der Einzeldeckungsbeiträge zur Bearbeitung; Löschen zuvor gewählter Produktionsverfahren |
| Deckungsbeitrag | Berechnung der Gesamtdeckungsbeiträge für Ist und Ziel |
| Grobfutterbilanz | Ermittlung des Überschusses bzw. Defizits an Grobfutter |
| Strohbilanz | Ermittlung des Überschusses bzw. Defizits an Einstreu |
| Nährstoffsaldo Boden | Ermittlung des Überschusses bzw. Defizits an Nährstoffen auf Grundlage einer erweiterten Feld-Stall-Bilanz |
| Arbeitszeitbedarf | Berechnung des Arbeitszeitbedarfes im Ist und im Ziel |
| Prämien | Berechnung von Direktzahlungen und Prämien im Ist und im Ziel |
| Veränderung Festkosten | Berechnung der zusätzlichen Festkosten aus Investitionen sowie weiteren Positionen und der eingesparten Festkosten |
| Veränderung Gewinn | Berechnung der Gewinnveränderung |
| Speichern und Drucken | Lokale Speicherung des Bearbeitungsstandes, Einlesen gespeicherter Planungsversionen, Erstellen einer PDF-Datei zum Druck |

Die Berechnungen im Planungstool können vergleichsweise einfach gehalten werden, weil vor allem die Veränderung in der Rentabilität bzw. im Gewinn treffend ermittelt werden soll. Eine detaillierte Erfassung sämtlicher betriebsindividueller Festkosten ist deshalb nicht erforderlich. Damit ist die Anwendung insbesondere für einfache Planungsfälle geeignet. Für komplexere Planungsfälle mit umfangreichen Investitionen und für Unter-nehmen mit weniger komfortabler Ausstattung an Eigenkapital sollten in der Umstellungsplanung auch Kennzahlen der Liquidität und der Stabilität Berücksichtigung finden. Für diese Fälle eignen sich Betriebsplanungsprogramme, wie beispielsweise das Programm Ökonom (LfL 2020c), die umfangreichere Kalkulationen ermöglichen. Allerdings werden die Kalkulationen dann auch arbeitsaufwendiger.

## 4 Literaturverzeichnis

Bayerische Staatsregierung (2019) Bericht aus der Kabinettssitzung vom 30. Juli 2019. https://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettssitzung-vom-30-juli-2019/ (10.06.2020)

BMEL, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020) Betriebe und Flächen des ökologischen Landbaus in Deutschland (1994 bis 2018). https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/tabelle2-oekolandbau-in-d.html (10.06.2020)

Bundesregierung (2018) Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Aktualisierung 2018. S. 53 https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/eine-strategie-begleitet-uns/die-deutsche-nachhaltigkeitsstrategie (10.06.2020)

GVBl., Gesetz- und Verordnungsblatt (2019) Gesetz zur Änderung des Bayerischen Naturschutzgesetzes zugunsten der Artenvielfalt und Naturschönheit in Bayern („Rettet die Bienen!“), Art. 1a. https://www.verkuendung-bayern.de/gvbl/2019-405/ (10.06.2020)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2020a) Zahl der Öko-Betriebe in Bayern. https://www.lfl.bayern.de/iem/oekolandbau/032791 (10.06.2020)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2020b) LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. http://deckungsbeitrag.bayern.de (10.06.2020)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2020c) ÖKONOM 6, Version 6.5: Programm zur Betriebskalkulation. https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/194910/ (10.06.2020)

# Potenziale von Wertschöpfungsketten für Spezialprodukte des Ökolandbaus in Bayern

Paul Michels[1], Anna-Lena Manz[2]

[1]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
[2]Biomasse Institut der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

## Zusammenfassung

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurden fünf Märkte für Spezialprodukte des ökologischen Landbaus analysiert und die Potenziale für den Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten überprüft. Von VertreterInnen des bayerischen Öko-Sektors wurden die Produktbereiche Senf, Fruchtzubereitungen, Pseudocerealien, Cerealien und Kartoffelprodukte priorisiert. Neben der Literaturrecherche und der Analyse von statistischem Sekundärmaterial wurden in diesen Produktbereichen acht bis 15 leitfadengestützte Experteninterviews auf den Stufen Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung geführt. In diesem Beitrag wird das breite Spektrum der Ergebnisse dargestellt und die Chancen für regionale Akteure bewertet. Wir schlagen vor, Wertschöpfungsketten in geeigneten bayerischen Öko-Modell-regionen zu initiieren und zu fördern.

## Abstract

In this paper, five markets for special products of organic farming are analysed and the potential for establishing regional value chains is examined. The project was initiated and funded by the Bavarian State Ministry of Food, Agriculture and Forestry. Representatives of the Bavarian organic sector have prioritized the product categories of mustard, fruit preparations, pseudo-cereals, cereals and processed potato products. In addition to literature research and the analysis of statistical secondary material, eight to 15 guideline-based interviews were conducted with sector experts of the production, processing and marketing stages. This paper systematically presents the broad range of results. Further, the opportunities for regional actors are assessed in brief. We propose to start projects in suitable Bavarian organic model regions, in order to initiate and promote regional value chains for these products.

## 1 Einleitung und Ziele

Im Rahmen des Landesprogramms "BioRegio Bayern 2020" strebt das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) an, den Bedarf an ökologischen Lebensmitteln stärker aus heimischer Produktion zu decken. Da die Nachfrage nach Bio-Produkten sich mehr und mehr differenziert, reicht es zum Erreichen dieses Ziels nicht aus, dass die bereits weit verbreiteten Frischeprodukte aus ökologisch erzeugten heimischen Rohwaren forciert werden, sondern es müssen auch innovative Strategien und Problemlösungen für Nischenprodukte entwickelt werden. Der Mangel an Informationen über das Marktpotenzial sowie die Unsicherheit der Erzeuger über potenzielle Vermarktungswege hemmen das Wachstum dieser Spezialprodukte.

Gefördert durch das Landesprogramm "BioRegio Bayern 2020" sollen in dieser Arbeit für relevante Teilmärkte des bayerischen Öko-Sektors Informationen über den Anbau sowie über Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen zusammengetragen werden, die Grundlage für die Umsetzung regionaler Wertschöpfungsketten bilden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen helfen, den Ökolandbau entsprechend der Ziele des Landesprogramms zu entwickeln und mehr Nachfrage durch heimische Produkte zu decken.

## 2 Methodik

Die relevanten Teilmärkte wurden mit Hilfe einer Umfrage unter den Mitgliedern des Arbeitskreises „Märkte für Ökolebensmittel“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sowie weiterer Akteure der bayerischen Bio-Wirtschaft bewertet. Dabei ergab die Auswertung folgende Priorisierung in absteigender Reihenfolge:

- Brauner und gelber Senf
- Fruchtzubereitungen aller Art (z.B. Marmelade, Joghurt)
- Erzeugnisse aus den Pseudocerealien Quinoa, Amarant und Buchweizen
- Erzeugnisse aus Emmer, Einkorn und Hartweizen
- Bio-Kräuter (Fenchel/Anis/Kümmel/Koriander u.a.)
- weitere Bio-Ölfrüchte: Sonnenblumen, Öllein, Ölkürbis, Mohn, Hanf, Sojaöl
- Hafer
- Hasel- und Walnüsse
- Lupinen und weiterer Körnerleguminosen für die menschliche Ernährung.

Schon vor der Abstimmung wurde das Thema "Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche und Marktpotentiale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln" im Rahmen einer Bachelorarbeit an der HSWT behandelt (Mayr 2018). Weitere vier Projekt- bzw. Bachelorarbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der LfL mit finanzieller Unterstützung des StMELF gemäß der obigen Priorisierung vergeben (Neumeyer 2019, Schuldhaus 2019, Kutzner 2019, Knörr 2019). Deren empirischer Teil umfasst jeweils die Schritte

1. Sekundärrecherche zum jeweiligen Markt und dem Umfeld,
2. Identifikation der relevanten Akteure im Teilmarkt sowie
3. persönliche und telefonische Experteninterviews zu Anbau- und Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüchen der potenziellen Verarbeiter, zu Marktpotentialen der Handelsunternehmen und zu regionalen Kooperationspotentialen.

In vier Posterbeiträgen dieses Tagungsbandes werden die Arbeiten zur Kartoffelverarbeitung, Senf, Fruchtzubereitungen und Pseudocerealien von den Autorinnen und Autoren vorgestellt.

## 3 Ergebnisüberlick

In Tabelle 1 werden die wichtigsten Ergebnisse aus den einzelnen Projekt- und Abschlussarbeiten zusammengefasst:

Tab. 1: *Zusammenfassende Bewertung der fünf untersuchten Produktbereiche*

| **Kriterium** | **Kartoffel-produkte** | **Frucht-zubereitungen** | **Cerealien** | **Pseudo-Cerealien** | **Senf** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Produktbeispiele** | Trockenprodukte, gekühlte Produkte, Tiefkühlprodukte, Snacks, Flocken, Granulat; geschälte oder vorgegarte Kartoffeln für Gemeinschaftsverpflegung und Gastronomie. | TK-Früchte, Konfitüren, Fruchtjoghurt, -quark, Smoothies, Trockenfrüchte. | Monoprodukte: ganzes Korn, Mehl, Gries bzw. Kuskus aus Emmer, Einkorn, Hartweizen, Grundstoffe für Mehl, Brot, Müsli, Teigwaren, Bier. | Körner, Mehl aus Buchweizen, Quinoa, Amarant, oft in Backmischungen, da keine Eigenbackfähigkeit. Müslis, Brot, Teigwaren, Snacks, Flocken, gepoppte, gepuffte oder extrudierte Produkte. | Senfkörner, Senfblätter, Senfmehl, Senfpulver. Hauptprodukt Tafelsenf, Senfkörner, Sauerkonserven, Mayonnaise, Feinkostsaucen. Senf auch als Bodenverbesserer und Futtermittel. |
| **Be- und Verarbeitungsschritte nach der Ernte** (nicht alle Schritte für alle Produkte erforderlich) | Reinigen, Schälen, Schneiden, (Farb-)Auslesen, Pürieren, Trocknen (durch Walzen oder Heißluft), Kochen oder Frittieren, Verpacken. | Waschen, Entsteinen/Entkernen, Schockfrosten, Pürieren, Passieren, Abfüllen, Tiefkühlen. Bei Nüssen Trocknen, Kalibrieren, Knacken, Verpacken. | Reinigen, Trocknen, Schälen, Polieren, Mälzen, Mahlen, Flocken, Verpacken. | Reinigen, Trocknen, Schälen (bei Buchweizen, Quinoa), Polieren, Mahlen, Poppen, Mischen, Verpacken. | Trocknung, Grobreinigung, Feinreinigung und Sortierung (etwa durch Farbausleser) auch zum Trennen bei Gemengesaat. Schälen, Mahlen, Verpacken. |
| **Anbaubedingungen** | Lockere, warme Sand- bis sandige Lehmböden. Anbau in Schwaben, Franken, Niederbayern, nördliches Oberbayern. Ø Anbaufläche je Betrieb: 2 ha in BY, 8 ha in NS. | Früchte wärmeliebend, hoher Wasserbedarf (ggf. Bewässerung notwendig), Gefahren durch Spätfröste, Hagel, Pilz- und Insektenbefall. | Emmer und Einkorn auf Grenzstandorten mit sehr niedrigem Ertrag, Hartweizen vornehmlich in Niederbayern und Unterfranken. Hartweizen gut auch auf trockenen Böden, allerdings mit geringerer | Amarant, Quinoa stammen aus Südamerika, im Ertrag nicht wettbewerbsfähig zu Weizen o. Dinkel. Quinoa trocken- u. kälteresistent auf Grenzstandorten möglich, Amarant benötigt besseres Klima. Buchweizen ist | Anbau vornehmlich in Oberfranken. Geringe Ansprüche an Standort; starkes Wachstum verhindert Verunkrautung; allerdings hohes Insektenrisiko. Daher vielfach Gemengeanbau mit anderen Kulturen; Oft als |

| Kriterium | Kartoffel-produkte | Frucht-zubereitungen | Cerealien | Pseudo-Cerealien | Senf |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ertragssicherheit in Bayern als Weichweizen. | als Bodenverbesserer ideal auf leichten Böden. | Zwischenfrucht zur Boden-verbesserung. |
| **Hemmnisse in der Landwirtschaft** | Preis deutlich unter Speise-kartoffeln. Gefahr hoher Verluste durch Krautfäule, Schädlingsbefall, da Einsatz von chemischen Pestiziden nicht erlaubt. | Preis deutlich unter Frischvermarktung. Gefahr hoher Verluste durch Spätfröste und Schädlingsbefall (nur Einsatz von Kupferlösungen und Nützlingen möglich). | Fehlende Händler oder Verarbeiter im Umkreis der Betriebe, geringe Erträge bei Emmer und Einkorn, Standortkonkurrenz von Hartweizen für Dinkel und Weizen. | Amarant und Quinoa mit niedrigen Erträgen, kaum Erfahrungen im Anbau in Bayern. Be- und Verarbeitungsstrukturen fehlen meist in Bayern. | Insektenrisiko (z.B. Erdfloh, Rapsglanzkäfer) bis hin zur Gefahr des Totalausfalls. Fehlende Verarbeiter im Umkreis. |
| **Hemmnisse Verarbeitung und Handel** | Investitionen für Verarbeitungsanlagen kostenintensiv. Break-even nur bei hohem Absatz zu erreichen. Märkte bereits von Anbietern außerhalb Bayerns besetzt. | In Bayern nur kleine Mengen verfügbar für die Herstellung von Fruchtzubereitungen (i.d.R. TK). Auslandsware von Verarbeitern wegen Versorgungssicherheit bevorzugt. Im Ausland (z.B. in Polen, Rumänien, Bulgarien, Serbien) höhere Verarbeitungsmengen und automatisierte Aufbereitung. | Mengen aus Bayern gering. Investitionen in Anlagen zum Entspelzen oder für die weitere Verarbeitung amortisieren sich zu langsam. Liefersicherheit bei überregionalem Bezug höher. Bayerische Anbaumengen durch Direktvermarkung und individuelle Lieferketten leicht zu vermarkten. | Produkte noch relativ unbekannt beim Verbraucher. Aktuelle Nachfrage wird größtenteils durch Importe aus Osteuropa und Südamerika gedeckt. Amarant und Quinoa werden nicht mit Bayern assoziiert. Gesundheitsfördernde Wirkung in Bayern nicht bekannt genug. | Bisher nur ein Unternehmen in Bayern mit Farbauslese-möglichkeit (weite Transportwege). Versorgungsrisiko bei Konzentration auf bayrischen Zutatenlieferanten hemmt die Verwendung des bayerischen Bio-Siegels. |
| **Chancen** | Verarbeitung als Verwertungs-option bei mangelnder äußerer Qualität. Gründung von Verwertungsgenossenschaften. | Wunsch der Erzeuger, bei Übermengen und Abweichungen von Vermarktungsnormen an die Verbeiter zu liefern. Dieser wird aber | Bereicherung der Fruchtfolge. Regionale Kooperationen in der Be- und Verarbeitung (z.B. Emmerbier der Riedenburger Brauerei), bei | Bereicherung der Fruchtfolge. Bodenverbesserung durch Buchweizen. Quinoa auf Grenzstandorten. Gute Planung der Be- und | Senf hat hohes regionales Imagepotenzial. Es gibt bereits erfolgreiche Vermarktung von Senf mit |

| Kriterium | Kartoffel-produkte | Frucht-zubereitungen | Cerealien | Pseudo-Cerealien | Senf |
|---|---|---|---|---|---|
| | Zeitlich konzentrierte Lohnproduktion von Flocken und Granulat.<br>Trend zur Außerhausverpflegung: Schälkartoffelproduktion mit Potential etwa in öffentlichen Gemeinschaftsverpflegungs-einrichtungen. Kartoffelprodukte mit Potenzial für bayerisches Biosiegel. | selten von Verarbeitern akzeptiert. Investitionen in Be- und Verarbeitung von Hasel- und Walnüssen bieten Chancen für Vermarktung an Konditoreien, für Müsli, süße Brotaufstriche.<br>Vernetzung von Erzeugern untereinander und mit Manufakturen in der Region sinnvoll. | Hartweizen Kooperation mit Nudelherstellern und Lege-betrieben zur Verwertung von S- und XL- oder Knickeiern.<br>Potenzial für bayerisches Biosiegel. | Verarbeitungsschritte vor testweisem Anbau. Trend zu mehr Unverträglichkeiten und glutenfreier Ernährung. Information zu den gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen (Superfood). Kaum Potenziale für bayerisches Bio-Siegel bei Quinoa und Amarant. | bayerischem Biosiegel.<br>Weiterverarbeitung der Rohstoffe näher an die Erzeuger bringen.<br>Überregionaler Erfahrungsaustausch mit anderen Bio-Senf-Anbaugebieten zur Reduzierung der Anbaurisiken. |

# 4 Empfehlung

Die Erzeuger sind bereit, die fünf betrachteten Nischenprodukte anzubauen, wenn die Vermarktung gesichert ist. Die Verarbeiter und Händler wollen erst in entsprechende Anlagen und Logistik investieren, wenn sowohl die Nachfrage als auch das Angebot an bayerischen Rohwaren für die Amortisation entsprechender Investitionen ausreicht. Um den gordischen Knoten zu durchschlagen, können Initiativen in den bayerischen Öko-Modellregionen Potenziale eröffnen. Unter dem Projektmanagement der Modellregionen können relevante Nischenprodukte für die jeweilige Region identifiziert werden sowie Kontakte zwischen regionaler Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung hergestellt werden. Auch die Information potenzieller Kunden über den Nutzen der Produkte sollte in solchen Projekten integriert sein. Partner bei der Vermarktung kann auch der Naturkosthandel sein, der sich durch ein breites und tiefes Angebot vom Lebensmitteleinzelhandel abheben kann.

# 5 Literaturverzeichnis

Knörr D (2019) Potenziale für regionale Wertschöpfungsketten bei Bio-Fruchtzubereitungen in Bayern. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Kutzner C (2019) Marktanalyse für ökologische Erzeugnisse aus Buchweizen, Quinoa, Amaranth und Hirse und Potentiale für Wertschöpfungsketten. Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Mayr A (2018) Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche und Marktpotentiale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln. Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Neumeyer J (2019) Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche und Marktpotentiale für bayerischen Bio-Senf, Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Schuldhaus L (2019) Marktanalyse für Erzeugnisse aus Emmer, Einkorn und Hartweizen und Potenziale für Wertschöpfungsketten, Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

# Marktpotentiale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln

Alexandra Mayr, Paul Michels

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

## Zusammenfassung

Die Potenziale von Wertschöpfungsketten für Verarbeitungsprodukte aus bayerischen Bio-Kartoffeln werden durch Experteninterviews auf Erzeuger-, Verarbeiter- und Handelsebene analysiert. Die Kartoffelanbauflächen je Betrieb der bayerischen Landwirte sind relativ klein. Vor allem wegen der im Vergleich zu Veredlungskartoffeln deutlich höheren Preise konzentrieren sich die Anbauer daher auf Frischware. Für die Verarbeiter sind Investitionen in notwendige zusätzliche Anlagen oder das häufige aufwändige Umrüsten von konventioneller auf ökologische Ware kostenintensiv. Auch sind die Vermarktungskanäle bereits von Anbietern außerhalb Bayerns besetzt. Für Bayern wird empfohlen, Erzeugergemeinschaften zu gründen, um Anlagen längerfristig sicherer auszulasten. Pilotprojekte in den Öko-Modellregionen könnten solche Ansätze initiieren und begleiten. Durch die Belieferung von Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung mit vorgegarten oder geschälten Kartoffeln können weitere Potenziale erschlossen werden.

## Abstract

The authors analyzed the potential of establishing value chains for potato processing products by means of expert interviews at producer, processor and retail level. In Bavaria, the potato acreage per farm is relatively small. Growers are therefore focused on fresh potatoes - mainly because of the significantly higher prices. For processors, investing in additional processing lines is cost-intensive. The same applies for frequent and time-consuming switches from conventional to organic products. Moreover, the important sales channels are already dominated by providers from outside Bavaria. For Bavaria, we recommend the foundation of producer associations in order to provide for a higher capacity utilization rate of the necessary investments. Pilot projects in eco-model regions could initiate and support such approaches. Further potential can be seen in the supply of catering facilities with pre-cooked or peeled potatoes.

## 1 Problemstellung und Ziele

Die Nachfrage nach Bio-Produkten differenziert sich mehr und mehr. Daher müssen innovative Strategien und Problemlösungen für Spezialprodukte entwickelt werden. Gefördert durch das Landesprogramm "BioRegio Bayern 2020" sollen in diesem Beitrag Expertisen über den Anbau von Verarbeitungskartoffeln sowie über deren Verarbeitungs- und Vermarktungspotenziale gesammelt werden, die Grundlage für die Umsetzung regionaler Wertschöpfungsketten bilden können.

## 2 Methodik

Grundlage dieser Arbeit sind zum einen Sekundärrecherchen zum Anbau, zum Markt und zum Marktumfeld. Zum anderen wurden Experteninterviews mit Vertretern der Erzeuger,

des Handels und der Kartoffelverarbeitung geführt. Hierfür wurden die jeweils relevanten Akteure identifiziert und leitfadengestützte persönliche Interviews mit ihnen durchgeführt.

## 3 Ergebnisse

Die Quintessenz aus den Interviews mit Vertretern der Erzeuger aus der amtlichen Beratung und den Anbauverbänden sowie mit Händlern und Verarbeitungsunternehmen wird im Folgenden skizziert: Die durchschnittliche Anbaufläche von Bio-Kartoffeln je Betrieb liegt in Bayern bei zwei Hektar, in Niedersachsen ist sie viermal so hoch. Der Anbau ökologischer Kartoffeln birgt die Gefahr hoher Verluste durch Kraut- und Knollenfäule. Der Einsatz von Fungiziden ist auf solche auf Naturstoffbasis begrenzt. Bei der Frischkartoffel werden die deutlichen Ertragsunterschiede zu konventionellem Anbau und das höhere Risiko durch deutlich höhere Erzeugerpreise ausgeglichen. Die Vergütung für Bio-Verarbeitungskartoffeln ist jedoch nur halb so hoch. Die gute Nachfrage nach regionalen Bio-Frischkartoffeln im Einzelhandel und die besseren Preise hemmen die Erzeuger, Verarbeitungsware anzubauen.

Allerdings weisen Verarbeitungskartoffeln im Vergleich zu Speisekartoffeln geringere Ansprüche an die äußere Qualität auf. Der Anteil aussortierter Ware kann bei der Belieferung des Einzelhandels bis zu 30 % betragen. Laut Expertenmeinung verringert die Verarbeitung der Restmengen das Risiko von Preisschwankungen und sichert attraktive Zusatzerlöse. Verträge mit Verarbeitern mit gesicherten Abnahmemengen und -preisen führen zu mehr Planungssicherheit. Zur Einhaltung von Lieferverträgen und zum Ausgleich von Ertragsschwankungen ist die Organisation in Erzeugergemeinschaften sinnvoll.

Die Experten sehen im Fehlen regionaler Verarbeitungsbetriebe einen wichtigen Grund für das geringe Angebot an Bio-Veredlungskartoffeln. Wegen ihres langen Mindest-haltbarkeitsdatums eignen sich Zwischenprodukte, wie Kartoffelpulver, -flocken oder -granulat besonders gut für die zeitliche Trennung von Ernte und Herstellung der End-produkte. So können nur wenige Produktionsdurchgänge auf den Anlagen konventioneller Hersteller eine ganzjährige Versorgung des Marktes ermöglichen. Landwirte können sich in Verwertungsgemeinschaften organisieren und für kurze Zeit Kartoffelflocken oder -granulat in Lohn herstellen lassen.

Von der Mehrheit der Experten wird das große Potenzial von geschälten oder vorgegarten Ökokartoffeln in der Gemeinschaftsverpflegung (GV) gesehen. Insbesondere wird von Kantinen und Mensen in der Trägerschaft der öffentlichen Hand ein verstärkter Einsatz von Bio-Produkten gefordert. Vorbildcharakter für die Förderung von Bio-Zutaten im öffentlichen Verpflegungsbereich hat das dänische Modell Bio-Cuisine. Die einfache und transparente Kennzeichnung der Bio-Anteile durch das Logo war dort sehr erfolgreich. Im Gegensatz zu den Anlagen, die für die Herstellung höher verarbeiteter Kartoffelprodukte notwendig sind, ist das Investitionsvolumen in Schäl-, Koch- und Abpackanlagen relativ gering.

## 4 Schlussfolgerungen

Sowohl die Erzeuger als auch die Verarbeiter sehen gute Chancen für die Vermarktung von heimischen Verarbeitungskartoffeln. Allerdings lohnen sich die hierzu notwendigen Investitionen in Anlagen erst, wenn sie besser ausgelastet sind. Hierzu müssten Jahr für Jahr ausreichend Veredlungskartoffeln aus Bayern sicher verfügbar sein. Die Gründung von

Erzeugergemeinschaften zur Mengenbündelung und Anbauverträge mit Verarbeitungs-unternehmen oder aber Verarbeitungsaktivitäten der Erzeuger selbst könnten zur Problemlösung beitragen. Pilotprojekte könnten in Ökomodellregionen mit guten Anbau-bedingungen und mit interessierten Verarbeitungsbetrieben gestartet werden.

## 5 Literaturverzeichnis

Mayr A (2018) Verarbeitungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche und Markt-potentiale für bayerische Öko-Verarbeitungskartoffeln. Bachelorarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

# Potentiale für Buchweizen, Quinoa, Amaranth und Hirse aus bayerischem ökologischen Anbau

Cilia Kutzner[1], Paul Michels[2]

[1]Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
[2]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

## Zusammenfassung

Gefördert durch das Landesprogramm „BioRegio Bayern 2020“ werden auf Basis von Experteninterviews auf allen Stufen der Wertschöpfungskette die Marktpotentiale und mögliche Maßnahmen zur Nachfragesteigerung für ökologische Erzeugnisse aus Buchweizen, Quinoa, Amaranth und Hirse betrachtet. Der Anbau der untersuchten Produkte spielt in der bayerischen Landwirtschaft aktuell eine untergeordnete Rolle. Wegen unzureichenden Produktionsmengen und dem Fehlen von angepasster Nacherntetechnik hierzulande beschaffen Verarbeiter und Händler ihren Bedarf vornehmlich aus dem Ausland. Die gesundheitsfördernde Wirkung der untersuchten Produkte und ihre Verwendungs-möglichkeiten sind in Bayern noch nicht bekannt genug. Der Trend zu mehr Unverträglichkeiten und zu "Superfood" bietet allerdings Chancen. Kaum verkaufsförderndes Potenzial wird für das bayerische Bio-Siegel gesehen - vor allem nicht bei Quinoa und Amaranth.

## Abstract

Funded by the ”BioRegio Bayern 2020” state programme, we examined the potential to increase the demand for organic products from buckwheat, quinoa, amaranth and millet by means of expert interviews at producer, processor and trader level. The cultivation of the considered products currently plays a minor role in Bavarian agriculture. Because of the low volumes and the lack of specific post-harvest processing facilities, processors and traders mainly procure their raw materials from Eastern Europe and South America. The health-promoting effects of the examined products and possible applications in preparations of food are not yet well known in Bavaria. However, the increased occurrence of food intolerances and the success of food containing health-promoting ingredients might offer new opportunities. Regarding the Bavarian organic label, experts see hardly any sales-promoting potential - especially not for quinoa and amaranth.

## 1 Hintergrund und Ziele

Die Nachfrage nach ökologischen Erzeugnissen soll zukünftig stärker aus bayerischer Produktion gedeckt werden. Der Arbeitskreis „Märkte für Ökolebensmittel" der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft hat in Zusammenarbeit mit Vertretern der ökologischen Anbauverbände relevante Nischenprodukte identifiziert, zu denen Ver-arbeitungsmöglichkeiten, Marktpotentiale und Vorschläge regionaler Wertschöpfungs-ketten erarbeitet werden sollen.

## 2 Methodik

Dieser Arbeit liegt eine Sekundärrecherche zum Anbau, dem Markt und dem Marktumfeld zugrunde. Darüber hinaus wurden relevante Akteure des Marktes der Pseudocerealien und der Hirse identifiziert und leitfadengestützte Experteninterviews persönlich oder telefonisch durchgeführt. Storechecks in allen relevanten Vertriebskanälen komplettierten die Erhebungen.

## 3 Ergebnisse

Aus landwirtschaftlicher Sicht lassen sich die Pseudocerealien und die Hirse grundsätzlich gut in die Fruchtfolge eines Biobetriebes einbauen. Obwohl alle Kulturen eine untergeordnete Rolle spielen, übersteigt die Anbaufläche von Hirse und Buchweizen die von Quinoa und Amaranth um ein Vielfaches. Die deutlich geringeren Hektarerträge im Vergleich zu Weizen, Roggen und Gerste in Verbindung mit geringer Erfahrung in Bayern limitieren den Anbau. Auch sind kaum weiterverarbeitende Betriebe vorhanden. Dies trägt dazu bei, dass die Nachernte- und Verarbeitungsanlagen außerhalb Bayerns erheblich besser ausgelastet und damit rentabler sind.

Der Wettbewerbsnachteil erschwert den Aufbau von funktionierenden und stabilen regionalen Wertschöpfungsketten. Aktuell wird daher überwiegend Ware von nicht bayerischen Lieferanten vermarktet. Die Ware kommt vornehmlich aus Ost-, Südosteuropa oder Südamerika, Amaranth teilweise aus Indien. Insbesondere für die Verarbeiter müssen die Zwischenprodukte den spezifizierten Qualitätsstandards genügen und zu einem wett-bewerbsfähigen Preis angeboten werden. Eine Alternative bietet die Direktvermarktung einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben.

Die betrachteten Pseudocerealien werden als Körner, Mehl oder Backmischungen an-geboten. Flocken, gepoppte, gepuffte oder extrudierte Produkte sind Zutaten für Müsli, Brot, Teigwaren und Snacks. Alle untersuchten Produkte lassen sich bereits in Bio-Qualität im Handel finden, allerdings stammt nur ein geringer Prozentsatz aus deutscher Landwirtschaft.

In Bayern sind aktuell die Erfolgsaussichten auf allen Stufen der Wertschöpfungsketten begrenzt. Eine fehlende vertikale und horizontale Vernetzung sowie eine eingeschränkte Kommunikation zum Verbraucher limitieren die Erfolgsaussichten. Dabei liegen die Vermarktungschancen der Pseudocerealien und der Hirse in der Verbraucheraufklärung. Die wenig bekannten Produkte gelten als sogenannte Superfoods, ihnen wird also eine gesundheitsfördernde Wirkung nachgesagt. Sie sind vielfältig zu verwenden, jedoch ist das Wissen der Endverbraucher hierüber begrenzt.

## 4 Empfehlungen

Damit eine Bündelung des Angebots kleiner Erzeuger und eine ausreichende Auslastung von Anlagen erreichbar ist, sollten sich die Anbauer in Erzeugergemeinschaften zusammenschließen. Die Nachfrage nach den untersuchten Pseudocerealien dürfte von der Zunahme von Nahrungsmittelunverträglichkeiten und glutenfreier Ernährung ebenso profitieren wie vom Superfood-Trend. Im Gegensatz zu Chia-Samen oder Goji-Beeren werden die Pseudocerealien vom deutschen Verbraucher jedoch nicht direkt mit Superfood assoziiert. In Öko-Modellregionen mit adäquaten Anbauvoraussetzungen könnte der Aufbau von regionalen Wertschöpfungsketten mit unterstützender Verbraucheraufklärung getestet werden.

Quinoa und Amaranth werden vornehmlich mit Südamerika assoziiert. Damit wird kaum Potenzial für das bayerische Bio-Siegel erwartet. Bei Quinoa und Amaranth aus bayerischem Anbau rechnen die Experten für die nahe Zukunft nicht mit dem Verlassen der Nische. Es ist daher sinnvoll, sich zunächst auf Buchweizen und Hirse und deren Be- und Verarbeitung zu konzentrieren, da das Potential hier als etwas größer erachtet wird.

## 5 Literaturverzeichnis

Kutzner C (2019) Marktanalyse für ökologische Erzeugnisse aus Buchweizen, Quinoa, Amaranth und Hirse und Potentiale für Wertschöpfungsketten. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

# Anbau, Verarbeitung und Marktpotentiale für bayerischen Bio-Senf

Johannes Neumeyer[1], Paul Michels[2]

[1]Technische Universität München
[2]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Professur für Ökonomie und Marktforschung

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird das Marktpotential für bayerischen Bio-Senf analysiert. Aktuell werden bereits etwas über 400 ha Bio-Senf in Bayern angebaut, von dem ein Teil auch der Saatguterzeugung für Senf als Zwischenfrucht dient. Im Einzelhandel sind einige baye-rische Bio-Senfprodukte bereits erhältlich. Experten aus unterschiedlichen Bereichen entlang der Wertschöpfungskette von Bio-Senf sehen überwiegend ein positives Entwicklungspo-tential. Zur Ausschöpfung des Potentials muss im Vorfeld allerdings ein optimiertes An-bauverfahren von Bio-Senf gefunden werden. Sobald größere Mengen kontinuierlich er-zeugt werden können, besteht auf Seiten von verarbeitenden Betrieben großes Interesse an bayerischem Bio-Senf.

## Abstract

In this paper, we analyze the market potential of Bavarian organic mustard. In 2018, around 400 hectares of organic mustard were cultivated in Bavaria, part of which was also used to produce seed for mustard as a catch crop. Some Bavarian organic mustard products are already available at organic and conventional retailers. Various experts from different areas along the value chain see a positive development potential. However, in order to leverage this potential, a practical cultivation method for organic mustard has to be developed. If the growers are able to provide large quantities continuously, a high demand on the part of the processing companies can be expected.

## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Senf wird sowohl in der ökologischen als auch in der konventionellen Landwirtschaft haupt-sächlich als Zwischenfrucht zur Gründüngung und zur Verbesserung des Boden-lebens ge-nutzt. Noch nicht weit verbreitet ist der Anbau als Hauptkultur, wobei sich für den ökologi-schen Pflanzenbau dadurch Vorteile ergäben. Das Projekt soll daher das Potential des Anbaus von Bio-Senf in Bayern als Nahrungsmittel ermitteln. Die Marke "Münchner Kind'l" nutzt das bayerische Biosiegel bereits und zeigt damit, dass regionale Wertschöpfungsketten umsetzbar sind.

## 2 Methodik

Zur Betrachtung des Anbauverfahrens von Senf wurde eine umfangreiche Daten- und Literaturrecherche durchgeführt. Zur Erfassung der aktuellen Distribution und der Preise wurden Store Checks bei den wichtigsten Ketten des Lebensmitteleinzelhandels und des Naturkostfachhandels durchgeführt. In 20 Geschäften in der Oberpfalz und in Mittel-fran-ken sowie in fünf Onlineshops wurden im ersten Quartal 2019 für alle geführten Bio-

Senfprodukte Produktvariante, Hersteller, Gewicht, Preis, Preis je 100g, Bio-Siegel und Herkunft erhoben.

Darüber hinaus wurden leitfadengestützte Interviews mit Akteuren auf allen Stufen der Wertschöpfungskette „Senf“ durchgeführt. Befragt wurden unter anderem Markt-gesellschaften, Erfassungshändler, Tafelsenfhersteller, Bio-Lebensmittelhändler und Ackerbauberater.

## 3 Ergebnisse

Damit Senf optimal gedeihen kann, benötigt er eine feinkrümelige und rückverfestigte Krume auf ausreichend mit Nährstoffen und Kalk versorgten Böden mit guter Wasser-führung (Graf *et al.* 2004). Zu beachten ist, dass Senf nicht selbstverträglich ist, jedoch aufgrund verschiedener bodenverbessernder Eigenschaften eine geeignete Vorfrucht für Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil oder Zuckerrüben darstellt (Köppl & Köppl 2015). In Bayern wird Senf nur in geringem Umfang als Hauptkultur angebaut (LfL Institute für Agrarökonomie und für Ernährungswirtschaft und Märkte). Diese Fläche hat sich in den vergangenen Jahren jedoch mehr als verdoppelt. Verwendet werden kann Senf als Nahrungsmittel, Futtermittel (Ganzpflanze zur Wiederkäuerfütterung) und zur Bodenverbesserung (Gründüngung, Bekämpfung von Nematoden). Das wichtigste Nahrungsmittel ist Tafelsenf.

Die Store Checks ergaben, dass in 20 von 25 untersuchten Einkaufsmöglichkeiten Bio-Senfprodukte angeboten werden. Dabei handelte es sich nahezu ausschließlich um unterschiedliche Tafelsenfvariationen. Vor allem in Naturkostfachgeschäften waren zahlreiche Produkte distribuiert. Allerdings stammten lediglich acht Prozent der angebotenen Produkte aus Bayern. Preislich lagen die bayerischen Produkte mit 1,52 € je100 g marginal unter dem allgemeinen Durchschnitt von 1,54 € je100g.

Der Großteil der interviewten Experten prognostizierte ein wachsendes Potential für heimischen Senf. Allerdings wurden auch Probleme entlang der Wertschöpfungskette aufgezeigt. So ist z.B. noch kein optimales Anbauverfahren im biologischen Senfanbau gefunden, welches es ermöglicht, stabile wirtschaftliche Erträge zu erzielen. Aber auch die aufwändige Nacherntetechnik zum Reinigen und Separieren der Ernteerzeugnisse ist bei den derzeitig geringen Mengen nicht rentabel. Schlussendlich ist es aktuell für Tafelsenfhersteller sehr aufwändig, eine kontinuierliche Rohstoffversorgung aus Bayern zu gewährleisten.

## 4 Empfehlungen

Der Lösung des Anbauproblems sollte oberste Priorität eingeräumt werden. Denn in Bayern hat Senf ein hohes regionales Imagepotenzial. Es gibt bereits erfolgreiche Markenartikel, die für ihren Senf das bayerische Biosiegel verwenden. Ein Erfahrungsaustausch mit anderen Bio-Senf-Anbaugebieten könnte einen Beitrag zur Reduzierung der Anbau-risiken leisten. In Erzeuger- und Verwertungsgenossenschaften könnten Nachernte-technik zur besseren Auslastung der notwendigen Anlagen gebündelt werden. Schließlich müssen auch die Verbraucher vom Mehrwert von Senf aus Bayern überzeugt werden.

## 5 Literaturverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) Doppelt so viel bio aus der Region bis 2020. Online verfügbar unter http://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/oekolandbau/027495/, zuletzt geprüft am 26.02.2019

Graf T, Biertümpfel A, Reinhold G & Vetter A (2004) Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Senf. Hg. v. der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter http://www.tll.de/www/daten/publikationen/leitlinien/senfl104.pdf, zuletzt
geprüft am 26.02.2019

Köppl P & Köppl H (2015) Senf (*Sinapis alba*). Anbau- und Kulturanleitung. Hg. v. der Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Online verfügbar unter https://www.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2015.11.12%2F1447315243779345.pdf&rn=Senf_2015.pdf, zuletzt geprüft am 26.02.2019

LfL, (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), Institute für Agrarökonomie und für Ernährungswirtschaft und Märkte: Öko-Flächennutzungen in Bayern, 2012 bis 2016; InVeKos-Daten. Online https://www.lfl.bayern.de/iem/oekolandbau/163719/index.php, zuletzt geprüft am 06.02.2020

# Potentiale für regionale Wertschöpfungsketten bei Bio-Fruchtzubereitung in Bayern

Demian Knörr, Paul Michels

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

## Zusammenfassung

Im Rahmen des Landesprogramms „BioRegio Bayern 2020“ wurde anhand von Sekundärliteratur, Statistiken und Experteninterviews das Potenzial für regionale Wertschöpfungsketten von Bio-Fruchtzubereitungen im Anwendungsgebiet der Molkerei- und Konfitürenprodukte analysiert. Der ökologische Obstbau in Bayern ist sehr klein strukturiert, kämpft mit vielen Unsicherheitsfaktoren im Anbau und wird hauptsächlich im Nebenerwerb praktiziert. Die daraus entstehenden Erträge sind zu gering, damit regionale Wertschöpfungsketten im industriellen Maßstab entstehen könnten. Insbesondere sind die Strukturen zur Aufbereitung der Früchte und Nüsse für die weitere industrielle Verarbeitung in Bayern unzureichend. Es fehlen z.B. Entsteinungs-, Schockfrostungs- oder Knackanlagen. Deshalb bezieht die bayerische Verarbeitungsindustrie entsprechende Ware derzeit aus dem spezialisierten ost- und südosteuropäischen Ausland. Das Potenzial für die Entwicklung regionaler Wertschöpfungsketten wird daher zuerst in der Erschließung von kleineren Absatzmärkten auf Manufakturebene gesehen.

## Abstract

As part of the “BioRegio Bayern 2020” state programme, the potential for regional supply chains of organic fruit preparations for dairy and jam products was analysed on the basis of secondary literature, statistics and expert interviews. Organic fruit growing in Bavaria is currently structured on a very small scale, has to struggle with many uncertainties in cultivation and is mainly practised as a sideline. The resulting yields are too low for developing regional value chains on an industrial scale. Therefore, fruits are mainly offered on the fresh market. Furthermore, structures for processing the fruits and nuts, e.g. pitting, shock freezing or cracking facilities, are not sufficient for further industrial processing in Bavaria. For this reason, the Bavarian processing industry currently procures such goods from specialized Eastern and Southeastern European countries. Thus, we recommend to start regional value-added chains at a small manufacturer level.

## 1 Hintergrund und Ziele

Die Nachfrage nach ökologischen Lebensmitteln soll künftig stärker aus heimischer und regionaler Produktion gedeckt werden. Darum sollten bestehende Märkte und Wert-schöpfungsketten ausgewählter landwirtschaftlicher Rohstoffe analysiert werden, um Engpässe, Hemmnisse sowie mögliche Wachstumspotenziale aufzuzeigen. Der Arbeitskreis „Märkte für Ökolebensmittel" der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft hat in Zusammenarbeit mit den bayerischen Öko-Verbänden und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf relevante Produkte identifiziert, wobei den Bio-Frucht-zubereitungen ein hoher Stellenwert zugesprochen wurde.

## 2 Methodik

Anhand einer Sekundärrecherche wurden Produktionsfaktoren, die aktuelle Anbausituation sowie der Markt analysiert. Mittels telefonischer leitfadengestützter Experteninterviews wurde sowohl die Erzeuger- als auch die Verarbeitungsseite zu Praxiserfahrungen befragt.

## 3 Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse und der Statistik muss darauf geschlossen werden, dass das Potenzial für eine regionale ökologische Wertschöpfungskette im Bereich von Bio-Fruchtzubereitung in Bayern momentan gering einzuschätzen ist. Das liegt daran, dass die Strukturen im ökologischen Obstbau derzeit noch so klein sind, dass die Lücke zu industriellen Maßstäben kurzfristig nicht zu schließen ist.

Bayerisches Bio-Obst wird aktuell hauptsächlich als Frischware vermarktet. Für die Verarbeitung zu einer Fruchtzubereitung oder Konfitüre muss Obst gewaschen, entsteint/entkernt/entkelcht sowie anschließend schockgefrostet werden. Entsprechende Auf-bereitungsmöglichkeiten sind in Bayern jedoch unzureichend vorhanden. Diese Ausgangslage führt zu Beschaffungsschwierigkeiten für größere Verarbeiter, wodurch Bio-Fruchtzubereitungen und aufbereitetes Bio-Verarbeitungsobst vorwiegend aus dem spezialisierten ost- und südosteuropäischen Ausland bezogen werden.

Diverse Anbauschwierigkeiten im ökologischen Obstbau, unter anderem in der Krankheits- und Schädlingsbekämpfung, können zu großen Ertragsschwankungen führen. Die Summe der Unsicherheitsfaktoren macht es für ökologische Landwirte schwer, Investitionen zu planen und den Obstbau weiter auszubauen. Viele Landwirte betreiben daher ökologischen Obstbau nur im Nebenerwerb.

Erdbeeren, Himbeeren und Heidelbeeren sind die beliebtesten heimischen Arten beim Verbraucher, sowohl bei Milchprodukten als auch Konfitüren. Der Öko-Anteil der genannten Beeren ist in Bayern noch sehr gering, wodurch weitere Produktionsflächen dazugewonnen werden müssen. Bei Erdbeeren und Himbeeren kann der Anbau im witterungsgeschützten Folientunnel die Ertragssituation verbessern und eine Alternative darstellen. Aufgrund der guten Verfügbarkeit kann auch der Apfel Potenzial aufweisen, wobei er bei den Molkereiprodukten nicht stark nachgefragt wird.

## 4 Empfehlungen

Wegen der aktuellen kleinteiligen Strukturen empfehlen wir regionale Wertschöpfungsketten auf Manufakturebene zu implementieren. Um die Lieferfähigkeit gegenüber Verarbeitern garantieren zu können, sollten sich Bio-Landwirte zu Erzeugergemeinschaften zusammenschließen, gemeinsame Vermarktungsstrategien entwickeln und gemeinsam Investitionen in elementare Aufbereitungsanlagen tätigen. Grundlegend sollte jedoch ein Dialog zwischen Erzeugern und potenziellen Verarbeitern geschaffen und aktiv unterstützt werden. Es empfiehlt sich, die Pionierarbeit in Form eines Pilot-Projektes anzugehen, welches ggf. in einer der bestehenden Öko-Modellregionen angesetzt werden könnte. Aufgrund der zusätzlichen Einschränkung bei der Beschaffung sollte dem bayerischen Bio-Siegel nicht die oberste Priorität zugeschrieben werden.

## 5 Literaturverzeichnis

Knörr D (2019) Potenziale für regionale Wertschöpfungsketten bei Bio-Fruchtzubereitungen in Bayern, Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

# Sieben Jahre BioRegio Betriebsnetz Bayern – eine Zwischenbilanz

Thomas Sadler[1], Melanie Wild[2], Harald Ulmer[3], Cordula Rutz[4], Klaus Wiesinger[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
[2]Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
[3]Werkstatt für Agrarkultur Augsburg
[4]Landesvereinigung für den Ökologischen Landbau in Bayern e.V.

## Zusammenfassung

Das BioRegio Betriebsnetz Bayern ist Bestandteil des 2013 vom Bayerischen Staats-ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BayStMELF) initiierten Landesprogramms "BioRegio Bayern 2020". Ziel war es, die Bioproduktion in Bayern zu ver-doppeln und den Absatz regionaler Biolebensmittel bis 2020 zu steigern. Aufgebaut wurde es im Auftrag des BayStMELF durch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Zusammenarbeit mit der Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V. (LVÖ). Der bayernweite Verbund aus heute 100 langjährig ökologisch wirtschaftenden und vorbildlich geführten Betrieben ermöglicht einen vertieften Einblick in die Praxis des Ökolandbaus und fördert den Wissenstransfer zwischen Land-wirten*innen. Die Betriebe sind regionstypisch und vielfältig aufgestellt. Sie dienen als Anlaufstation für landwirtschaftliche Schulen, für Umstellungsinteressenten*innen und Bio-Betriebe. Das Konzept des Betriebsnetzes ist eine originär bayerische Innovation im Bereich der landwirtschaftlichen Bildungsarbeit und hat sich zu einem zentralen Baustein der Initiative „BioRegio Bayern 2020″ entwickelt.

## Abstract

The Bavarian BioRegio farm network (BioRegio Betriebsnetz Bayern) is part of the ”BioRegio Bayern 2020” state program, which was initiated by the Bavarian State Ministry of Food, Agriculture and Forestry in 2013 to double organic production in Bavaria and increase sales of regional organic food by 2020. Information on organic farming practices has been communicated by the new network for the last five years. The network was developed by the Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL) in cooperation with the Association for Organic Farming in Bavaria e.V. (LVÖ). At present, 100 long-standing, well-run organic farms are part of the Bavaria-wide network. The network provides a deeper insight into organic farming practices and promotes the knowledge transfer between farmers. These diversified farm businesses are typical for their region. They serve as a point of contact for agricultural schools, farmers who want to convert to organic farming and managers of organic farms. The BioRegio farm network concept is an original Bavarian innovation in the field of agricultural education and has become a central component of the ”BioRegio Bayern 2020” initiative.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Zur Verdopplung der Bioproduktion in Bayern erfordert es zum einen eine Erhöhung der Zahl an Umstellungsbetrieben und zum anderen, dass in der konventionellen Landwirtschaft ein Grundverständnis für den ökologischen Landbau geweckt wird. Die Schulung und Professionalisierung der bestehenden Bio-Betriebe unterstützt dies zusätzlich. Die primäre Zielsetzung des BioRegio Betriebsnetz Bayern ist deshalb der Wissenstransfer von Landwirt*in zu Landwirt*in. Die BioRegio-Betriebe dienen als Anlaufstation für umstellungs-interessierte Betriebsleiter*innen (Bauer-zu-Bauer-Gespräche), für Schul- und Praxistage zum Ökolandbau der landwirtschaftlichen Fachschulen, Berufsschulen und der Akademien Ökologischer Landbau sowie der Weiterbildung der Leiter*innen von Ökobetrieben.

## 2 Material und Methoden

In der ersten Projektphase von 4/2013-4/2015 wurden 70 bayerische Bio-Betriebe für das Betriebsnetz durch eine Jury ausgewählt und auf ihre Aufgaben vorbereitet, u.a. durch jährliche Schulungen der Betriebsleiter*innen zu aktuellen Entwicklungen am Bio-Markt, in der Öko-Forschung und zur Öffentlichkeitsarbeit (Wild *et al.* 2014). Die Betriebe müssen folgende Voraussetzungen erfüllen: Umstellung seit mindestens fünf Jahren – Gesamtbetriebsumstellung erforderlich (außer Imkerei & Teichwirtschaft) –, vorbildliche Betriebsführung in allen Bereichen, gute Umgangsweise mit Menschen und großes Eigeninteresse an der Vermittlung zur ökologischen Wirtschaftsweise. In der zweiten Projektphase (4/2015-4/2018) wurde das Betriebsnetz von knapp 80 auf 90 Betriebe erweitert (Sadler *et al.* 2016), in der dritten Projektphase (4/2018-3/2021) erfolgte der Ausbau auf 100 Betriebe (Abb. 1). Die Öffentlichkeitsarbeit im BioRegio Betriebsnetz ist vielfältig: Internet-, Fernseh- und Printbeiträge, Poster und Präsentationen, Betriebsportraits als Faltblätter und im Internet etc..

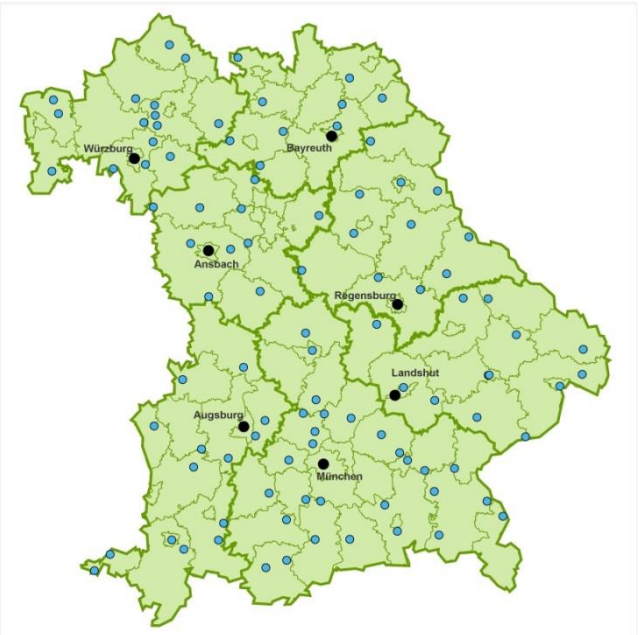



*Abb. 1: Lage der 100 BioRegio-Betriebe in Bayern (Geofachdatendienst @ Landesanstalt für Landwirtschaft)*

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die zahlreichen positiven Rückmeldungen aus den Bauer-zu-Bauer-Gesprächen, Fach- und Berufsschulexkursionen und Schulungstagen haben im Verlauf der ersten beiden Projektzeiträume gezeigt, dass das BioRegio Betriebsnetz ein wertvolles Instrument ist, um bestehende Bio-Betriebe in der Weiterentwicklung ihrer Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen und weiteren Betrieben die Umstellung auf ökologischen Landbau zu ermöglichen.

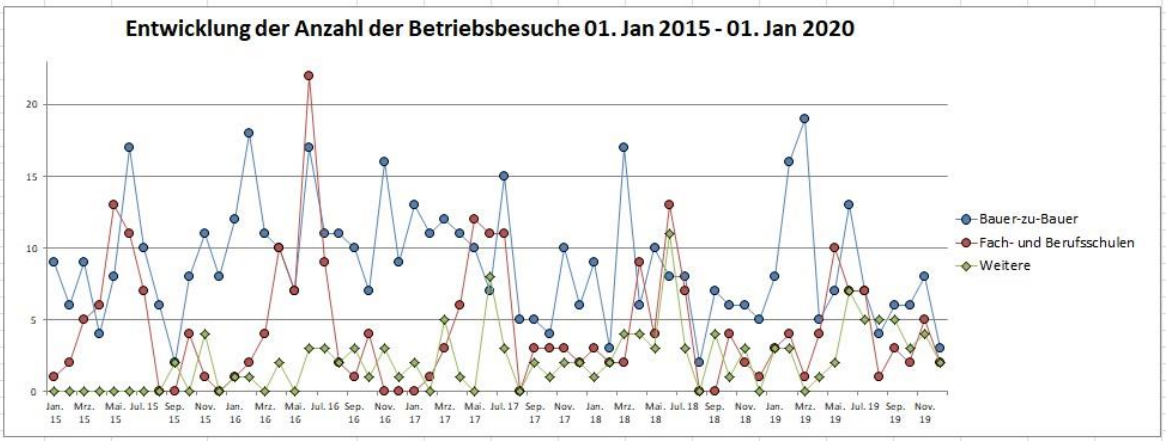



*Abb. 2: Entwicklung Betriebsbesuche Januar 2015 – Januar 2020*

Die Gesprächstermine werden von der Praxis sehr gut angenommen (Abb. 2). Im Zeitraum von 2014 bis 2015 stiegen z. B. die Bauer-zu-Bauer Gespräche um rund 60 % an, von 2015 bis 2016 um weitere rund 42 % und konsolidierten sich 2017 auf hohem Niveau. Nach einem leichten Rückgang 2018 nahm die Zahl der Gespräche 2019 wieder deutlich zu, die Teilnehmer*innenzahl überschritt alle Vorjahresniveaus (Tab. 1). Die Teilnehmer*innen-Zahlen haben auch bei den Besuchen der weiteren Gruppen zugenommen, dadurch wurde die Reichweite deutlich erhöht.

Tab. 1: *Entwicklung Betriebsbesuche und Anzahl Teilnehmer*innen Sept.2013 - Dez. 2019*

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Landwirtschaftsschulen | 2 | 29 | 20 | 26 | 23 | 19 | 22 |
| Berufsschulen | 2 | 9 | 7 | 7 | 7 | 11 | 11 |
| Höhere Landbauschulen / Technikerschulen | 0 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Hauswirtschaftsschulen | 1 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 1 |
| Universität / Hochschule | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 7 | 2 |
| Lehrlinge (überbetriebliche Ausbildung) | 0 | 5 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Fachschulen Ökolandbau | 1 | 7 | 7 | 6 | 4 | 2 | 4 |
| Akademien Ökolandbau | 0 | 5 | 6 | 5 | 9 | 5 | 6 |
| Weitere | 1 | 6 | 6 | 20 | 26 | 36 | 40 |
| Bauer-zu-Bauer-Gespräche | 12 | 62 | 98 | 139 | 109 | 89 | 102 |
| GESAMT | 19 | 131 | 154 | 218 | 186 | 174 | 190 |
| GESAMT Teilnehmer*innen** | ? | ~ 60 | ~ 65 | ~ 275 | ~ 358 | ~ 612 | ~ 823 |
| *Stand der Abrechnung: Mitte Januar 2020<br>**Teilnehmer*innen-Zahlen nur bekannt bei aktiver Angabe, Besuche zählen einzeln | | | | | | | |

Insgesamt spiegelt die Entwicklung der Besuche die Gesamtumstellerzahlen in Bayern im Zeitraum 2014 bis 2018 wieder. Auch wenn bisher die direkten Beziehungen zwischen Betriebsnetzbesuch und Umstellung noch nicht untersucht wurden, wird das Betriebsnetz hier als relevant eingeschätzt. Des Weiteren gab es auch keine wissenschaftlichen Untersuchungen oder Evaluationen zum Thema BioRegio Betriebsnetz. Die Persistenz der Betriebe im Netzwerk ist sehr hoch. Es gab in den sieben Jahren lediglich vier Wechsel aufgrund von internen Entscheidungen innerhalb der Betriebe. Der Beitrag, den das Betriebsnetz zu den o.g. Zielen BioRegio leistet, wird als positiv eingeschätzt, z. B. Erhöhung der Zahl der Umstellungsbetriebe, Verständnis bei konventionellen Kollegen*innen für den ökologischen Landbau erzeugen, vertiefte Einblicke in die Praxis des ökologischen Landbaus für Schüler*innen ermöglichen.

## 4 Schlussfolgerung

Das BioRegio Betriebsnetz leistet kontinuierlich einen wichtigen Beitrag zur Vermittlung von Praxiserfahrungen. Das zeigen die steigende Nachfrage und die erhöhte Reichweite bei den Interessenten*innen. Durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit strebt das aktuelle Projektteam eine weitere Steigerung der Bekanntheit an, in Verbindung mit einer steigenden Anzahl an Betriebsbesuchen. Zudem sollen neue Nutzergruppen für das Betriebsnetz erschlossen werden. Die ausgewählten Landwirte*innen sind hochmotiviert, die öko-logische

Wirtschaftsweise ihren konventionellen Berufskollegen und landwirtschaftlichen Schülern*innen zu vermitteln. Des Weiteren besteht bei ihnen ein großes Interesse, sich mit anderen Betrieben intensiv auszutauschen. Das Netzwerk ist ein wertvolles Instrument, um bestehende Bio-Betriebe in der Weiterentwicklung ihrer Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen.

Das Konzept des Betriebsnetzes findet auch über die Grenzen Bayerns hinweg Anklang. Ein Austausch dahingehend fand mit Vertretern*innen (Behörden, Ministerien, Multiplikatoren) der Bundesländer Baden-Württemberg und Schleswig-Holstein statt. Die Fortführung dieses bewährten, zentralen Bausteins des Landesprogramms BioRegio Bayern 2020 ist auch im neuen Landesprogramm BioRegio 2030 verankert. Eine inhaltliche Weiterentwicklung des Netzwerkes ist vorgesehen. Da es zahlreiche Vernetzungs- und Berührungspunkte mit der handwerklichen Lebensmittelwirtschaft gibt, könnte das Netzwerk auch vermehrt Anlaufstation für die Berufsschulen des Lebensmittelhandwerks (Bäcker*innen, Metzger*innen, Köche*innen, …) sein. Des Weiteren wird eine stärkere Einbindung in die Bildungsarbeit für sinnvoll erachtet, z. B. in der umweltdidaktischen Fortbildung Ökolandbau und in der Diversifizierungsberatung.

## 5 Literaturverzeichnis

Wild M, Ulmer H & Wiesinger K (2014) Das BioRegio-Betriebsnetz Bayern - Konzept und erste Erfahrungen, Öko-Landbau-Tag 2014, LfL-Schriftenreihe (2): 245-249

Sadler T, Wild M & Wiesinger K (2016) Infos von Bauern für Bauern, Ökologie und Landbau (03): 26-28