



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN  
LANDWIRTSCHAFT

# FACHTAGUNG BIOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT

## KARTOFFELBAU ERGEBNISSE AUS FORSCHUNG UND PRAXIS POSTER ZUR AKTUELLEN ACKERBAUFORSCHUNG

Donnerstag, 12. November 2015

Veranstaltungsort:

HLBLA St. Florian

Fernbach 37

A-4490 St. Florian

[raumberg-gumpenstein.at](http://raumberg-gumpenstein.at)

# Fachtagung Biologische Landwirtschaft

gemäß Fortbildungs-  
plan des Bundes

Kartoffelbau -  
Ergebnisse aus Forschung und Praxis

Poster zur aktuellen Ackerbauforschung

12. November 2015  
an der HLBLA St. Florian

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt  
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG)



## Impressum

### *Herausgeber*

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

### *Direktor*

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

### *Leitung für Forschung und Innovation*

HR Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

### *Für den Inhalt verantwortlich*

die Autoren

### *Redaktion*

Institut für Biologische Landwirtschaft  
und Biodiversität der Nutztiere

### *Satz*

Veronika Winner

### *Druck, Verlag und © 2015*

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

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-27-4

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 12. November 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2015

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Öko-Kartoffelanbau in der Schweiz</b> .....	<b>5</b>
H. DIERAUER	
<b>Sortenwahl im Bio-Kartoffelbau</b> .....	<b>9</b>
J. SÖLLINGER	
<b>Einfluss der Sorte auf Krankheitsbefall auf unterschiedlichen Standorten</b> .....	<b>11</b>
W. HEIN	
<b>Bodenbearbeitung und Vorkeimung im Bio-Kartoffelbau</b> .....	<b>19</b>
P. GADERMAIER	
<b>Kartoffelkrankheiten: aktuelle Probleme</b> .....	<b>21</b>
H. HUSS	

## Posterbeiträge

<b>Luzerne und Rotklee gras im oberösterreichischen Alpenvorland</b> .....	<b>25</b>
W. STARZ, R. PFISTER, H. ROHRER, W. HEIN, H. WASCHL	
<b>Auwirkungen unterschiedlicher Luzernennutzung auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Winterweizen - Ergebnisse aus dem Langzeitversuch MUBIL</b> .....	<b>29</b>
A. SURBÖCK, M. HEINZINGER, A. SCHWEINZER, J. K. FRIEDEL, B. FREYER	
<b>Wintergetreide im alpinen Klimagebiet: Welche Erträge sind möglich?</b> .....	<b>33</b>
W. HEIN, H. WASCHL	
<b>Lachgasflüsse im Winterweizenanbau - Einfluss von Soja vs. Raps als Vorfrucht bei biologischer gegenüber konventioneller Bewirtschaftung</b> .....	<b>37</b>
F. EGGER, C. SKINNER, H.-M. KRAUSE, P. MÄDER, A. GATTINGER	
<b>Möglichkeiten der Etablierung alternativer Leguminosen als Futterpflanzen im humiden Klimagebiet</b> .....	<b>41</b>
W. HEIN, H. WASCHL	
<b>Einfluss von HTC-Biokohle als Bodenverbesserer auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf bei Sojabohnen</b> .....	<b>45</b>
D. LEHNER, H. THALENHORST, R. KARIGER	
<b>Auswirkungen unterschiedlicher Vorfrüchte und Zwischenfrüchte auf Ertrag und Qualität im ökologischen Kartoffelbau in Österreich</b> .....	<b>49</b>
T. NYMADAVAA, J. K. FRIEDEL	
<b>Welcher Effekt ist durch Mulchen bei Kartoffeln im humiden Klimagebiet zu erwarten?</b> .....	<b>53</b>
W. HEIN, H. WASCHL	



# Öko-Kartoffelanbau in der Schweiz

Hansueli Dierauer<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Von Jahr zu Jahr gibt es große Ernteschwankungen im Biobereich. Diese sind neben den Witterungseinflüssen vor allem auf Krankheiten und Drahtwürmer zurückzuführen. Zur Lösung der Krankheitsprobleme spielt die Sorte eine entscheidende Rolle, da die Wirkung der heute zugelassenen Mittel sehr beschränkt ist. Das FiBL intensiviert deshalb die Sortenprüfung und hat, angelehnt an die konventionelle Sortenprüfung, ein eigenes Netz aufgebaut. Bisher sind zwei neue Sorten erfolgversprechend für den festkochenden Bereich. Drahtwurm kombiniert mit Rhizoctonia und Dry Core sind neben der Krautfäule die häufigsten Mängel, die zu grossen Ausfällen führen können. Gegen den Drahtwurm ist in nächster Zeit von der Forschung –ähnlich dem Kartoffelkäfer– ein Durchbruch zu erwarten.

*Schlagwörter:* Biokartoffelanbau in der Schweiz, Sorten im (Bio-) Oekokartoffelanbau, Markenschutz und Exklusivität im Oekokartoffelanbau (Biokartoffelanbau), Drahtwurm und Rhizoctonia

## Summary

Organic potato yields are varying strongly from year to year. Besides environmental influences this is mainly due to diseases and wireworms. Due to low efficacy of allowed pesticides in organic agriculture the disease problem has to be faced with new resistant varieties. This is why FiBL has expanded its testing activities and has built up a specific farmer network for organic potato varieties which complements the conventional Swiss potato testing network. To date two promising varieties have been identified for the firm flesh sector and may be introduced to the market in the near future. Wireworms, Rhizoctonia solani and drycore cause the biggest losses in organic potato production besides the late blight disease (Phytophthora infestans). A groundbreaking solution against wireworms – as it already exists for Colorado potato beetle – is actually being developed by researchers.

*Keywords:* Organic potatoes in Switzerland, varieties, trademark and exclusivity in organic potatoes, wireworm and Rhizoctonia

## Einleitung

Im biologischen Kartoffelanbau stehen nur sehr wenige Hilfsmittel zur Verfügung, um Krankheiten und Schädlinge direkt zu regulieren. Deshalb ist der Schlüssel zum erfolgreichen Anbau die Berücksichtigung aller vorbeugenden Maßnahmen und der Anbau der geeignetsten Sorte.

## Hohe Qualitätsanforderungen an Biokartoffeln

Die Anbaufläche von Biokartoffeln in der Schweiz beträgt knapp 550 ha, Tendenz steigend (Abbildung 1). Zwei Drittel der Biokartoffeln werden über die beiden Großverteiler Coop und Migros abgesetzt. Flächenmässig macht der Biokartoffel 6 % der konventionellen Kartoffeln aus. Da der Biopreis doppelt so hoch ist wie der konventionelle Preis, machen die Biokartoffeln wertmässig 12 % des gesamten Umsatzes aus. Der Durchschnittsertrag lag im Jahr 2014 mit 23.5 t/ha netto Speiseanteil leicht über dem langjährigen Mittel. Die Preise sind relativ stabil um 0.9 Fr/kg im festkochenden Speisebereich und 0.8 Fr/kg für Industrieware. Insgesamt teilen sich zwei Produzentenvereinigungen und ein Grossproduzent den gesamten Biokartoffelmarkt. Die Direktvermarktung über kleinere Produzenten spielt eine immer geringere Rolle. Die Direktvermarkter haben mehr Spielraum bezüglich Sortenwahl, Knollenform, Farbe und

äußerer Qualität als die Produzenten, welche den Grosshandel beliefern. Dort gelten praktisch dieselben hohen Qualitätsanforderungen wie im konventionellen Anbau.

In der industriellen Verarbeitung ist der Spielraum etwas grösser, da bei der Verarbeitung beispielsweise die verschiedenen Schorfarten keine grosse Rolle spielen. Besonders hoch sind die Anforderungen im festkochenden Bereich, da hier alle Kartoffeln gewaschen in Kilogramm Plastikbeuteln angeboten werden. Je nach Sorte und Stärkegehalt werden die Kartoffeln in grüne, blaue oder braun gekennzeichnete Beutel abgepackt. Am beliebtesten ist die grüne Linie, d.h. Sorten im festkochenden Bereich. Dieses Farbleitsystem und die Abpackung in Plastikbeutel haben sich im Bio- und

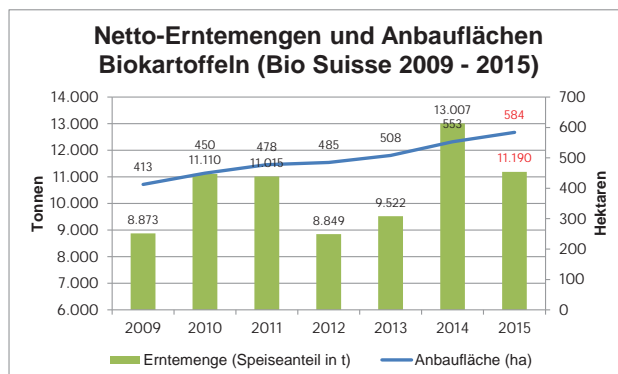


Abbildung 1: Anbauflächen Biokartoffeln und Ernteschwankungen (Angaben von Swisspatat 2015)

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

\* Ansprechpartner: DI Hansueli Dierauer, [hansueli.dierauer@fibl.org](mailto:hansueli.dierauer@fibl.org)

im konventionellen Bereich gleichermaßen durchgesetzt. In letzter Zeit wird die Plastikverpackung zumindest für Bio hinterfragt, da ein grosser Teil des Silberschorfs durch die feucht warmen Bedingungen im Beutel stark gefördert wird. Mit gebürsteten Kartoffeln in Netzen könnte dies vermieden werden. Der Vorteil dieses Farbleitsystems ist, dass die Sorte zwar noch erwähnt wird, für den Konsumenten aber nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Ein Sortenwechsel ist somit schneller realisierbar.

### Die Sortenfrage

Am Kupferersatz wird schon über 20 Jahre geforscht. Bisher konnten mit dem Prognosesystem Phytopre (www.phytopre.ch) die Kupfermengen wesentlich reduziert werden. In der Schweiz sind max. 4 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr zugelassen. Alternative Mittel wie Steinmehl und verschiedene Pflanzenextrakte haben im Vergleich zu Kupfer nur eine Teilwirkung. In der Schweiz möchte der Grossverteiler Coop noch vor einem allfälligen EU Kupferverbot in der Biolinie ganz auf Kupfer verzichten. In Jahren mit einem hohen Befallsdruck würde die Krautfäule bei den momentan verwendeten Sorten (besonders Charlotte) zu Totalausfällen führen. Die Sorten Charlotte (festkochend) und Agria (mehligkochend) sind sowohl im Bioanbau als auch im konventionellen Anbau die Hauptsorten (vgl. Abbildung 2). Eine gute Krautfäuletoleranz weisen aktuell Ditta, Jelly und Laura auf. Laura wird von den Grossverteilern aufgrund der roten Schale im Biosegment nicht gefördert. Auf Krautfäule empfindliche Sorten wie Bintje wird schon lange ganz verzichtet.

Die durch verschiedene Krankheiten und Witterungseinflüsse verursachten Ernteschwankungen machen den Großverteilern zu schaffen. Überschüsse in guten Jahren

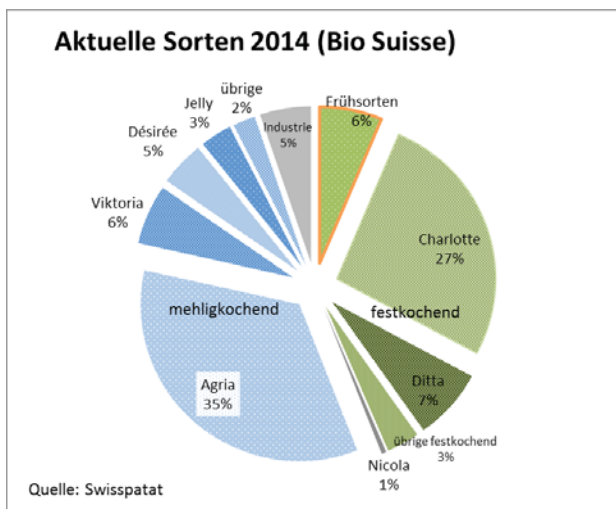


Abbildung 2: Aktuelles Biosortenspektrum in der Schweiz

und Unterversorgung in schlechten Jahren sind im relativ kleinen Biomarkt ausgeprägter als im konventionellen Markt. Durch neue, weniger empfindliche Sorten soll die Lieferkontinuität verbessert werden. Aus diesem Grund hat der Großverteiler Coop im Jahr 2013 zusammen mit dem FiBL ein Projekt initiiert um Charlotte teilweise oder ganz durch resistenterere Sorten zu ersetzen. Das FiBL hat in der Zwischenzeit ein Versuchsnetz mit sechs Betrieben aufgebaut auf denen jährlich drei bis vier neue Sorten in 20 a großen Streifen geprüft werden. Bisher wurden sechs Sorten unter Biobedingungen geprüft und mit der Standardsorte Charlotte verglichen (vgl. Abbildung 3). Von diesen haben sich die beiden Sorten Campina und Vitabella bewährt. Die anderen vier geprüften Sorten sind aufgrund diverser Mängel wieder ausgeschieden. Der Großverteiler garantiert die Übernahme der Versuchsware und die Einführung einer neuen Sorte im Markt. Dieses System läuft parallel zur konventionellen Sortenprüfung und dauert für eine Sorte jeweils mindestens zwei Jahre. Die Auslese der besten Sorten erfolgt aus den zweijährigen Vorversuchen von Agroscope mit ca. 30 verschiedenen Sorten, welche in Kleinparzellen angebaut werden. Von diesen Sorten erhebt Agroscope alle Anbaueigenschaften sowie die innere und äußere Qualität.

### Kein Markenschutz im Biolandbau in der Schweiz

Die Schweiz hat die Kartoffelzüchtung aus ökonomischen Gründen schon lange aufgegeben. Hauptherkunft der heutigen Sorten sind Holland, Deutschland und Frankreich. Die Züchtung einer neuen Sorte kostet ca. drei Mio SFR. Die Chance, dass sie reüssiert ist relativ klein. Mit der Exklusivität auf Sorten versuchen nun gewisse Züchter und Großverteilern wieder mehr Geld mit Kartoffeln zu verdienen. In den letzten Jahren haben sich Exklusivsorten



Abbildung 4: Vitabella in einer Versuchspartelle in der Mitte umgeben von krautfäuleanfälligen Sorten

	Ertrag	Krautfäule	Rhizoctonia	Alternaria	Schorf	Aufnahme	Bemerkungen
Charlotte	+	--	-	-	0		Standardsorte in der Schweiz
Vitabella	+	++	0	-	-	✓	Tendiert zur Mehligkeit
Campina	++	+	++	-	++	✓	Schwach im Geschmack. Mässige Keimruhe.
Allians	+	++	--	--	-	✗	Schlechter Auflauf wegen Rhizoctonia.
Princess	+	-	--	+	--	✗	Sehr schlechte Keimruhe. Kindelbildung
Coquine	--	++	-	+	--	✗	Sehr niedriges Ertragspotential.

Abbildung 3: Übersicht 2013 bis 2015 geprüfte Kartoffelsorten unter Biobedingungen (FiBL Versuche)

ten wie Gourmandine oder Amandine im konventionellen Markt stark verbreitet. Die erste exklusive Sorte Vitabella, welche sich aufgrund ihrer guten Resistenzeigenschaften besonders für den Bioanbau eignet, kam letztes Jahr in den grossflächigen Versuchsanbau des FiBL (vgl. Abbildung 4). Das Pflanzgut konnte nur über eine Organisation bezogen werden und die Abnahme war auch nur exklusiv nur über einen Grossproduzenten möglich. Im Verband Bio Suisse führte diese Exklusivität zu heftigen Diskussionen.

Die Produzenten, denen die Sorte vorenthalten wurde, waren verärgert. Diesen Frühling kam es an der Delegiertenversammlung der Bio Suisse zu einem Antrag, welcher die Exklusivität für die Labelproduktion unter der Bio Suisse Knospe im Grundsatz verbietet. Der Antrag wurde mit grossem Mehr angenommen. Bio Suisse will auch weiterhin auf das Farbleitsystem setzen, welches die Sorte dem Verwendungszweck unterordnet.

### Drahtwurm, Dry Core und Rhizoctonia

Neben der Krautfäule treten immer wieder Probleme mit Schorf, Knollenform und in den letzten Jahren natürlich mit Kindelbildung durch die Trockenheit auf. Durch eine ausgeglichene Bewässerung und den Verzicht auf nicht kompostierte Hofdünger lässt sich die Qualität bedeutend steigern. Größere Probleme verursacht der Drahtwurm, welcher oft in Kombination mit Rhizoctonia- Dry Core auftritt.

Die Schäden können massiv sein und bis zu Totalausfällen führen. Vorbeugende Massnahmen wie einjährige Kunstwiesen statt mehrjährige und möglichst lange Abstände von der Kunstwiese zeigen eine beschränkte Wirkung. Bei uns sind drei verschiedene Schnellkäferlarven aktiv, deren Larven verschieden lange Entwicklungszyklen haben. Oft sind mehrere Generationen von Schnellkäferlarven in einer Parzelle vorhanden, so dass ein Schaden nicht nur alle drei Jahre sondern grundsätzlich jedes Jahr möglich sein kann. Die Forschung mit entomopathogenen Pilzen (*Metarhizium anisopliae complex*) läuft in einem EU Projekt (Inbiosoil) auf Hochtouren. In der Schweiz gibt es ein neues Projekt, das sich vor allem mit der Applikation und Anwendung der in Deutschland entwickelten Methode befasst. Verlässliche Resultate wie bei der Regulierung des Kartoffelkäfers fehlen bis heute im Freiland. Das Problem mit dem Kartoffelkäfer konnte mit der Einführung von Novodor (BT) von einem Jahr auf das andere gelöst werden.

Insgesamt ist der Anbau von Biokartoffeln sehr anspruchsvoll. Um die hohen Qualitätsanforderungen der Großverteiler zu erfüllen, braucht es ein großes Know-how und auch immer größere Investitionen. Deshalb findet auch im Bioanbau eine Spezialisierung zu immer weniger Produzenten mit immer grösseren Flächen statt. In den nächsten Jahren werden der Kupferersatz und die Regulierung des Drahtwurms die grösste Herausforderung für die Forschung und die Züchtung sein.





# Sortenwahl im Bio-Kartoffelbau

Josef Söllinger<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Der Erfolg im Pflanzenbau hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die Wahl einer geeigneten Sorte bildet eine wichtige Grundlage. Das Angebot ist groß und nicht immer einfach zu überblicken. Dieser Beitrag soll behilflich sein, die Auswahl etwas zu erleichtern.

Für die Sortenwahl bei Kartoffel sind sehr viele Kriterien von Bedeutung. An erster Stelle steht der Nutzungszweck. Im Wesentlichen wird zwischen Speise-, Verarbeitungs- (hauptsächlich Chips und Pommes frites, in geringerem Umfang Püree) und Stärkekartoffeln unterschieden. Für jede Nutzungsrichtung werden Sorten angeboten, die sich hinsichtlich Reifezeit, Qualitätseigenschaften sowie Anfälligkeit für diverse Schädlinge und Krankheiten unterscheiden.

Die hier angeführten Sorten scheinen zur Gänze in der Österreichischen Sortenliste auf. Die Auswahl erfolgte unter Berücksichtigung der Markt- bzw. Anbaubedeutung. Die Merkmals-Einstufungen beruhen auf offiziellen Prüfergebnissen.

Die österreichische Kartoffelanbaufläche beträgt rund 21.000 ha, wovon etwa 2.700 ha bzw. 13 % auf den Biolandbau entfallen. Rund die Hälfte der Gesamtfläche dient der Produktion von Speiseware.

*Schlagwörter:* Kartoffelsorten, Sorteneigenschaften, Verwendungszweck von Kartoffeln

## Einleitung

Der Erfolg im Pflanzenbau hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die Wahl einer geeigneten Sorte bildet eine wichtige Grundlage. Das Angebot ist groß und nicht immer einfach zu überblicken. Dieser Beitrag soll behilflich sein, die Auswahl etwas zu erleichtern.

## Speisefrühkartoffel

Speisefrühkartoffel („Heurige Erdäpfel“) müssen entsprechend der Verordnung zur Vermarktung von Speisekartoffeln vor dem 10. August des jeweiligen Jahres erstmalig in Verkehr gebracht werden. Bei der Wahl der Sorte stellt neben entsprechenden Speiseeigenschaften eine möglichst frühe Ausbildung marktfähiger Ernteware das Hauptkriterium dar. Zur Erreichung dieses Zieles wird mit vorgekeimtem oder zumindest keimstimuliertem Pflanzgut gearbeitet. Da die Ware dem unmittelbaren Konsum dient, spielen Lageeigenschaften keine Rolle. Die Ertragspotential einer Sorte ist nicht das wichtigste Auswahlkriterium.

**Agata:** Eintragung in die Österreichische Sortenliste im Jahr 1991, sehr früh bis früh, Kochtyp festkochend, helle Fleischfarbe, mittelhoher Knollenertrag, mittlere bis hohe Anfälligkeit für Schorf

**Anuschka:** 2003, sehr früh bis früh, festkochend, Fleischfarbe gelb bis tiefgelb, günstige Sortierung

**Impala:** 1992, sehr früh bis früh, vorwiegend festkochend, hohes Ertragspotential, gute Sortierung, Krautfäuleanfälligkeit mittel, durchschnittliche Virusanfälligkeit

## Speisekartoffel mit Einlagerungseignung

Dies ist die Gruppe mit der größten Anbaubedeutung. Bei keiner anderen Gruppe ist eine derartig große Zahl an Merkmalen zu berücksichtigen. Reifezeit, Koch- und Speiseeigenschaften, Krankheits- und Schädlingsresistenz, Konsumentenpräferenzen hinsichtlich Farbe von Schale und Fleisch sowie Lagerfähigkeit (geringe Neigung zu Knollenfäulen, Keimfreudigkeit) sind neben dem Ertragspotential am bedeutendsten. Da der Großteil der Ware gewaschen und in Kleinpackungen angeboten wird, haben zusätzlich optische Eigenschaften (Formschönheit, Glattheit der Schale, Freiheit von diversen Knollenmängeln etc.) stark an Bedeutung gewonnen.

**Erika:** 2007, früh, festkochende, langovale und glattschalige Sorte mit Salateignung und guten Speiseeigenschaften, Fleischfarbe hellgelb, Y-Virus-resistent, Übergangssorte

**Linzer Delikatess:** 1974, früh, festkochende Salat- und Speisesorte, guter Geschmack, hohe Krautfäuleanfälligkeit, ertragsschwach, fehlende Nematodenresistenz; „Liebhäbersorte“

**Evita:** 1994, früh bis mittelfrüh, festkochend, gute Vermarktungseigenschaften (glatte Schale, formstabil), mittlere bis hohe Anfälligkeit für Krautfäule, gute Lagerfähigkeit

**Ditta:** 1988, mittelfrüh, festkochend, auf Grund günstiger Merkmalskombinationen (Krankheits-resistenzen, Ertrag, Kocheigenschaften, äußere Knollenmerkmale und Lagerfähigkeit) bestimmende Sorte in Österreich (auch im Bio-Anbau), mittlere Anfälligkeit für Blattroll- und Y-Virus sowie für Ringnekrosen, gute Lagerfähigkeit

**Nicola:** 1976, mittelfrüh, festkochend, gute Sortierung, stabile Form, für Kraut- und Knollenfäule mittlere bis geringe Anfälligkeit, anfällig für Eisenfleckigkeit und Ringnekrosen, Keimfreudigkeit eher hoch

**Valdivia:** 2013, früh bis mittelfrüh, festkochende, langovale und glattschalige Sorte mit Salateignung und guten Speiseeigenschaften, geringe bis sehr geringe Virus-Anfälligkeit

**Martina:** 2009, früh bis mittelfrüh, vorwiegend festkochend, Fleischfarbe hellgelb, gutes Ertragspotential, gute Virusresistenz

**Alonso:** 2011, mittelfrüh, vorwiegend festkochend, gute

<sup>1</sup> Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit (AGES), A-4020 Linz

\* Ansprechpartner: DI Josef Söllinger, [josef.soellinger@ages.at](mailto:josef.soellinger@ages.at)

Ertragseigenschaften, geringe bis mittlere Krautfäuleanfälligkeit, geringe Virusanfälligkeit, Nematodenresistenz gegenüber Ro1 und Ro4, überdurchschnittliche Keimfreudigkeit am Lager

**Tosca:** 2001, mittelfrüh, vorwiegend festkochend, gute Resistenz gegen Blattrollvirus, für Y-Virus und Schorf mittlere Anfälligkeit, gleichmäßige Sortierung, geringe Beschädigungsempfindlichkeit, ruhig am Lager

**Husar:** 2003, mittelfrüh, vorwiegend festkochend, optisch ansprechend, guter Geschmack, günstige Sortierung, geringe Y-Virus-Anfälligkeit

**Bojana:** 2012, mittelspät, vorwiegend festkochend, gute Blattgesundheit und virusresistent, Nematodenresistenz gegenüber Ro1 und Ro4, Sortierung eher großfallend

**Bionta:** 1992, sehr spät, vorwiegend festkochend, durchschnittlicher Speisewert, ertragsstark, widerstandsfähig gegen Y-Virus, Kraut- und Knollenfäule, gute Lagereigenschaften

**Bosco:** 2012, mittelfrüh, mehlig kochend, Krautfäuleanfälligkeit gering bis mittel, Y-Virus-resistent, gleichmäßige Sortierung und gute Optik

**Marizza:** 2012, früh bis mittelfrüh, intensiv rote Schalenfarbe, Fleisch gelb, vorwiegend festkochend, Y-Virus-resistent, hohe Anfälligkeit für das Blattrollvirus, gutes Ertragsniveau, gleichmäßige Sortierung

**Roko:** 1997, mittelfrüh, rotschalig, vorwiegend festkochend, Y-Virus-resistent, gute Sortierung, sehr ruhig am Lager, sehr hellfleischig

**Fabiola:** 2005, mittelspät, rotschalig, vorwiegend festkochend, hohes Ertragspotential, sehr widerstandsfähig gegen Y-Virus, hohe Anfälligkeit für das Blattrollvirus

### Speisekartoffel mit zusätzlicher Verarbeitungseignung:

Die Eignung zur Verarbeitung zu Chips bzw. Pommes frites wird in eigenen Untersuchungen erhoben. Neben Mindestanforderungen an Größe und Form der Knollen ist die „innere Qualität“ ausschlaggebend dafür, ob Merkmale wie Stärkegehalt, Farbe, Gleichmäßigkeit, Knusprigkeit oder Fettigkeit eine entsprechende Verwendung ermöglichen. Bei der Sortenwahl hat der Landwirt nur eingeschränkten Spielraum, weil im Rahmen des Kontraktanbaus die Sorte in der Regel von der abnehmenden Seite vorgegeben wird.

**Romina:** 1988, früh, vorwiegend festkochend, für Chips und Pommes frites geeignet, Knollenertrag unterdurchschnittlich, geringe Virusanfälligkeit, hohe bis sehr hohe Kraut- und Knollenfäuleanfälligkeit

**Hermes:** 1972, früh bis mittelfrüh, Schale etwas rau, vor allem für Chips und Püree geeignet, wird auch zur Stärkeproduktion im Rahmen der Frührodung herangezogen, keine Nematodenresistenz, sehr ruhig am Lager

**Agria:** 1988, mittelspäte Speise- und Verarbeitungssorte (Pommes frites), mehlig (mit Tendenz zu vorwiegend fest-

kochend), äußerst ertragsstark, sehr schorfanfällig, teilweise tritt Eisenfleckigkeit auf

**Diego:** 2011, spät, mehlig-kochende Speise- und Verarbeitungssorte (Pommes frites), gute Virusresistenz, gute Lagereigenschaften

### Stärkesorten:

Die österreichische Stärkekartoffelproduktion beträgt rund 4700 ha. Die Sortenwahl erfolgt im Rahmen der Kontrahierung in Abstimmung mit der abnehmenden Industrie. Da die Kampagne zeitgerecht startet, wird ein entsprechender Mix verschiedener Reifestufen angestrebt.

Bei Ware für späte Ernte und Verarbeitung muss auf entsprechende Lagereigenschaften, insbesondere auf geringe Knollenfäule-Anfälligkeit geachtet werden. Neuere Züchtungen gehen in Richtung höherer Stärkegehalte, wodurch sich der Transport- und Manipulationsaufwand bei gleichem Stärkeertrag reduziert. Die hier angeführten Sorten werden (fast) ausnahmslos für die Zwecke der Stärkeerzeugung angebaut.

**Tomensa:** 1994, mittelfrüh, Stärkekartoffel mit zusätzlicher Verarbeitungseignung für Chips, rascher Aufgang, unterdurchschnittliches Ertragsniveau bei hohem Stärkegehalt, geringe Virusanfälligkeit, beschädigungsempfindlich, keimruhig

**Pluto:** 1991, spät, ertraglich durchschnittlich bei hohem Stärkegehalt, großfallend, gute Trockenheitsresistenz, keimruhig

**Logo:** 2006, spät bis sehr spät, mittleres Ertragspotential kombiniert mit sehr hohem Stärkegehalt ergibt hohe bis sehr hohe Stärkeerträge, Y-Virus-Resistenz, gute Blattgesundheit, keine heimische Pflanzguterzeugung

**Trabant:** 2013, spät, hoher Knollen- und Stärkeertrag, breite Nematodenresistenz, sehr geringe Y-Virus-Anfälligkeit, gute Blattgesundheit

**Xerxes:** 2014, spät, bringt hohe Knollen- und Stärkeerträge, sehr geringe Y-Virus-Anfälligkeit, geringe Anfälligkeit für Dürffleckenkrankheit

**Skonto:** 2007, spät bis sehr spät, durchschnittlicher Knollenertrag bei sehr hohem Stärkegehalt und hohem bis sehr hohem Stärkeertrag, Resistenz gegen Y-Virus, ertragsstabil, keine heimische Pflanzguterzeugung

**Merkur:** 1993, spät bis sehr spät, rasche Jugendentwicklung, hoher Stärkeertrag, robuste Sorte, keine Krebsresistenz

**Kuras:** 1995, sehr spät, bringt sehr hohe Knollen- und Stärkeerträge, geringe Anfälligkeit für Y-Virus sowie Kraut- und Knollenfäule, löst sich bei zeitiger Ernte nur schwer von der Staude

Ausführlichere Sorteninformationen finden Sie in der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste 2015 oder im Internet unter [www.ages.at](http://www.ages.at) (<http://www.baes.gv.at/pflanzensorten/oesterreichische-beschreibende-sortenliste/>).

# Einfluss der Sorte auf Krankheitsbefall auf unterschiedlichen Standorten

Waltraud Hein<sup>1\*</sup> und Hermann Waschl<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag geht es um die Gegenüberstellung verschiedener Standorte für den biologischen Kartoffelanbau und deren Einfluss auf den Krankheitsbefall mit verschiedenen, im Biolandbau doch wesentlichen Kartoffel-Krankheiten. Bei den unterschiedlichen Standorten handelt es sich um den Moarhof bei Trautenfels (Stmk.), welcher dem alpinen Klimagebiet zuzuordnen ist sowie um Lambach, das im oberösterreichischen Alpenvorland liegt und wesentlich günstigere Klimabedingungen aufweist. Außerdem wurden auch Kartoffelversuche im obersteirischen Murtal durchgeführt, ebenso im Lungau, aber dort fanden die Versuche jeweils auf Praxisbetrieben statt.

Bei den Kartoffelversuchen handelte es sich weitgehend um Sortenversuche, weil im biologischen Kartoffelanbau die Sortenwahl eine wesentlich wichtigere Rolle im Hinblick auf den Krankheitsbefall spielt als im konventionellen Anbau. Zu den bedeutendsten Kartoffelkrankheiten zählt die Krautfäule, die sehr stark von den klimatischen Bedingungen beeinflusst wird. Sobald Feuchtigkeit und Wärme in einem üppig entwickelten Bestand aufeinander treffen, kann sich innerhalb kürzester Zeit die Krautfäule sehr stark ausbreiten. Dagegen hilft nur die Verwendung krautfäuletoleranter Sorten, von denen es einige wenige gibt, die aber von den Konsumenten meist nicht nachgefragt sind. So haben sich in den Versuchen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in den vergangenen 5 bis 9 Jahren die Sorten Alonso, Prinzess, Carolus und vor allem Toluca als äußerst krautfäuletolerant erwiesen.

Am Standort Lungau zeigte sich auf Grund der klimatisch rauen Verhältnisse kaum Krautfäule, am Standort Lambach in manchen Jahren auch nicht, allerdings steht es dort mit den sehr trockenen Bodenbedingungen in Zusammenhang. Hingegen wurde am Standort Moarhof in etlichen Jahren mäßig starker bis starker Krautfäulebefall beobachtet, weil dort auch die Krautentwicklung meist sehr üppig ist. Am Standort Murtal war der Krautfäulebefall auch relativ stark, bedingt durch eine starke Krautentwicklung in Folge sehr guter Nährstoffversorgung.

Eine ebenfalls stark von den Standortverhältnissen abhängige Kartoffelkrankheit ist die Colletotrichum-Welke, die vom Erreger *Colletotrichum coccodes* verursacht wird. Hier handelt es sich um einen Schwächepilz, der immer beim Wechsel von Witterungsextremen auftritt, besonders stark auf Böden, die eher unter Trockenheit leiden, wie der Schotterboden an der Außenstelle Lambach. Dort kann es passieren, dass selbst bei gutem

## Summary

In this paper there are compared different locations for the ecological growing of potatoes and their influence to the infestation with several plant diseases. The different locations are the Moarhof near Trautenfels (in Styria) which belongs to the alpine climate as well as Lambach which belongs to the pre-alpine region of Upper-Austria and has a milder climate. Beside it there were field trials carried out at two further locations, one is the Mur-valley in Upper-Styria and the other the Lungau; there the field trials were carried out on practical farms.

The potato-trials mostly were varieties-trials because the variety-selection is more important than in conventional growing with regard to plant diseases. The most important plant disease of potatoes is leaf blight which is influenced heavy by the climatic conditions. If moisture and heat come together in lush plant stand leaf blight can spread about all plants in a short time. The only possibility against it is a variety which is tolerant towards leaf blight. There are only a few tolerant varieties but most of them are not demanded by consumers. During the variety-trials in the last 5 to 9 years which were carried out by the department for Organic Arable Farming of the AREC Raumberg-Gumpenstein there were found out some varieties such as Alonso, Prinzess, Carolus or Toluca which had a high tolerance against leaf blight. Leaf blight did almost not exist at the location Lungau because of the rough climate. At the location Lambach leaf blight did not occur in dry years because the soil has too little water. At the location Murtal leaf blight could be found each year because of lush plant stand as a result of much plant nutrients.

Another plant disease which is influenced by the location is Colletotrichum-wilt which is caused by *Colletotrichum coccodes*. This fungus is a weak parasite which occurs if the weather is changing extremely and especially on soils which suffer from drought like those in Lambach. There we could see that even a large number of tubers per plant lead only to tuber yield below average because of a lack of precipitation. Additionally we could find out varieties which were heavily infested by Colletotrichum-wilt like Husar and Marabel. The tuber-yield of Husar is very low if the infestation comes very early in the development of the plants. On the other side the tuber-yield of Marabel is not influenced so much because this variety is earlier. Another plant disease is black scurf which is caused by *Rhizoctonia solani* and occurs mostly under rough climatic conditions like the location of the Lungau. The

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

\* Ansprechpartner: DI Waltraud Hein, [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

Knollenansatz übermäßige Trockenheit, wie es speziell in den Jahren 2013 und 2015 der Fall war, zu nur unterdurchschnittlichen Knollenerträgen führt. Allerdings haben sich in den Versuchen auch bestimmte Sorten als besonders anfällig gegenüber *Colletotrichum*-Welke erwiesen, wie beispielsweise die Sorten Husar und Marabel. Gegenüber der Sorte Husar ist Marabel aber durch ihre frühere Entwicklung im Vorteil, vor allem, wenn *Colletotrichum coccodes* schon früh im Entwicklungsablauf der Kartoffel auftritt.

Zusätzlich stark vom Standort anhängig ist auch die Wurzeltöterkrankheit, welche vom Erreger *Rhizoctonia solani* hervorgerufen wird und eher an klimatisch rauen Standorten wie dem Lungau auftritt. Dagegen helfen in erster Linie pflanzenbauliche Maßnahmen.

**Schlagwörter:** Kartoffelkrankheiten: (Krautfäule, Colletotrichum-Welke, Wurzeltöterkrankheit), klimatische Bedingungen, Sortenunterschiede, Ertragseinbußen, Witterungsextreme

only possibilities against this plant disease are agronomic measures.

**Keywords:** potato diseases: (leaf blight, Colletotrichum-wilt, black scurf), climatic conditions, differences of varieties, yield losses, extreme weather

## Einleitung

Biologisch erzeugte Kartoffeln sind im Hinblick auf einen möglichen Krankheitsbefall viel stärker vom jeweiligen Standort und den Witterungsverhältnissen abhängig als im konventionellen Anbau. Während bei letzterem mit chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln regulierend eingegriffen werden kann, gibt es im Biolandbau nur die Möglichkeit, über pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Wahl der am besten geeigneten Sorte sowie über eine optimale Fruchtfolge der Kulturpflanze Kartoffeln die besten Bedingungen für Wachstum und Entwicklung zu schaffen, um Krankheiten und Schädlinge von vornherein hintanzuhalten.

Dass ein möglicher Krankheitsdruck naturgemäß auf unterschiedlichen Standorten in verschiedenen Klimagebieten unterschiedlich stark ist, geht aus dem oben Gesagten hervor. So kann durch mehr Niederschlag bei sonst gleichen Bedingungen beispielsweise der Infektionsdruck mit Krautfäule wesentlich höher sein als auf einem trockeneren Standort.

Die Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein führt seit Jahren Kartoffel-Sortenversuche auf zwei unterschiedlichen Standorten durch. Ein Standort ist der Moarhof bei Trautenfels (Stmk.), welcher dem alpinen Klima zuzuordnen ist, der andere ist die Außenstelle der Abteilung Lambach Stadl-Paura (OÖ) im Alpenvorland. Dass bei gleichem Sortiment die Ergebnisse oft völlig voneinander verschieden sind, liegt an den unterschiedlichen Standortverhältnissen. Über die Ergebnisse dieser Sortenversuche mit dem Einfluss des je-

weiligen Standortes auf den Krankheitsbefall, in der Hauptsache auf den Befall mit Krautfäule, wird im Folgenden berichtet. Außerdem werden noch die Ergebnisse von zwei zusätzlichen Standorten präsentiert, wo nur einige wenige Jahre Versuche auf Praxisbetrieben durchgeführt wurden, wie im obersteirischen Murtal und im Lungau. Dabei stellt der Lungau sicher den extremsten Standort dar, was die klimatischen Verhältnisse betrifft; mit den entsprechenden Problemen sind die dort tätigen Landwirte konfrontiert. Der Standort im Murtal ist dem Hauptproduktionsgebiet Alpenostrand zuzuordnen und weist keine Extreme auf.

## Material und Methoden

Die Sortenversuche werden seit dem Jahr 2006, bzw. 2007 an den Standorten Moarhof und Lambach in biologischer Wirtschaftsweise durchgeführt. Die Versuche im Lungau liefen von 2006 – 2008; jene im Murtal von 2005 bis 2010. Die Grunddaten aller Standorte gehen aus Tabelle 1 hervor.

Alleine aus dieser Tabelle geht schon die Unterschiedlichkeit der einzelnen Standorte hervor, sei es nur die Seehöhe, bzw. die durchschnittliche Jahrestemperatur. Bei den Praxisbetrieben im Murtal und im Lungau wurden ebenso Exaktversuche durchgeführt, wobei der Anbau und die Ernte durch Mitarbeiter der Abteilung Biologischer Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgte, die übrigen Maßnahmen der Feldvorbereitung, Düngung und Pflege wurden von den jeweiligen Landwirten im Zuge der Bewirtschaftung ihrer sonstigen Kartoffelflächen mit übernommen. Die Erhebungen in Bezug auf Krankheitsbefall wurden ebenfalls von Mitarbeitern aus Raumberg-Gumpenstein vorgenommen. Auf den beiden Standorten

Tabelle 1: Übersicht über die Standorte mit Kartoffelversuchen seit 2005

Standort	Hauptproduktions- gebiet	Kleinproduktions- gebiet	Bezirk	Seehöhe	Jahresniederschlag	Durchschnitts- temperatur
Moarhof	Hochalpen	Ennstal und Seitentäler	Liezen	680	1010 mm	7,0°
Lambach	Voralpengebiet	Grieskirchen-Kremsmünster-Gebiet	Wels-Land	366	944 mm	8,4°
Murtal	Alpenostrand	Neumarkt-Obdacher-Gebiet	Murtal	625	856 mm	8,2°
Lungau	Hochalpen	Lungau	Tamsweg	1022	750 mm	5°



Tabelle 3: Vergleich Krautfäulebefall mittelfrüher Sorten Moarhof und Lambach 2007-2015

Sorte	MOA 2007	MOA 2008	LAM 2008	MOA 2009	MOA 2010	MOA 2011	LAM 2011	MOA 2012	LAM 2012	MOA 2013	MOA 2014	MOA 2015	LAM 2015
AGRIA	6	6,6	4	5,375	2	2	1	3,5	3	1	3,875	1,5	1,5
ANDANTE	6,8	7,8	5,25										
ANTONIA						1,5	1	4,375	3,5	1,5	3,375	2	1,5
BOSCO						1	2	3,25	3	1,5	3,25	2	1
CAROLUS										1	1,0	2	1
CONCORDIA						1,5	1	6,25	3,5	2	5,375	5,5	2
DITTA	6,5	6,5	4,25	4,875	2	1,5	2	4,375	4	1,5	3,5	4	3
GALATA						1	1,5	4,25			3,75	3	3,5
HUSAR	4,0	3,5	3,75	2,5	2	1	1	1,875	2	1,5	2,05	2	2,5
JELLY	5,0	5,0	3,75	5,25	2	2	1	4,875	3	1	2,875	1,5	2,5
LAURA	7,4	8,3	5	6,25		1	2,5	4,875	2,5	1,5			
MARABEL	3,5	8,8	6	8,5	2	1,5	1,5	5,125	2	4	3,25	2	3
MARIZZA										1,5	5,875	5	2,5
MARTINA		8,1	4,75	7,75	2	1	1	4,125	3,5	2	3,25	2	2
NICOLA						2	2	4,25	2,5				
PANDORA						1,5	1	2,375	2				
RAFAELA	6,6	8,5	4,5										
ROKO	6,1	7,1	4,5	6,125	2	1,5	3	3,5	2,5	1,5	3,125	2,5	1,5
ROXANA	5,1	7,1	4,25	6,875	2								
TERRA GOLD	3,1	2,6	2,25										
TOLUCA	2,4	3,1	2,5	3,375	1	1	1,5	1,875	1,5	1	1,75	1	1



Abbildung 1: Moarhof Frühsorten Ende Juni



Abbildung 2: Lambach Frühsorten Ende Juni

Klammer geben jeweils die Anzahl der Jahre an, in denen die Sorte im Versuch am Standort Murtal gestanden ist.

Der Standort Murtal bezieht sich in den angegebenen

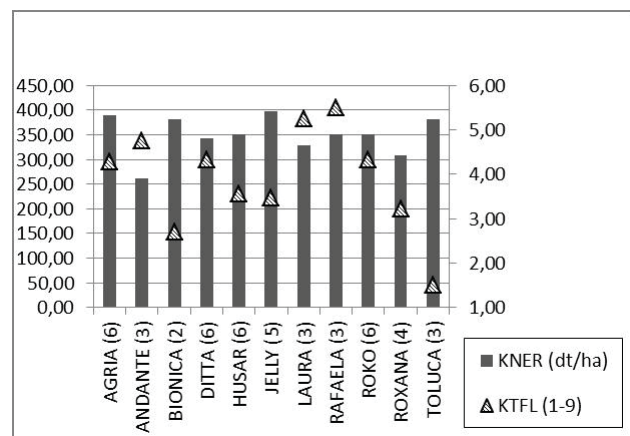


Abbildung 3: Knollenerträge und Krautfäulebonitur am Standort Murtal 2005-2010

Jahren auf denselben Betrieb in Maria Buch-Feistritz und wechselte innerhalb der Fruchtfolge auf jeweils andere Schläge.

Der Versuch im Lungau wurde von 2006 – 2008 auf einem Betrieb mit Kartoffelvermehrung in Mariapfarr durchgeführt. Die im Jahr 2007 erhobenen Krautfäulebonituren liegen im mittleren Bereich und differieren nicht so stark von Sorte zu Sorte. Deshalb werden sie hier nicht präsentiert, vor allem, weil in den übrigen Jahren kein Befall mit Krautfäule im Lungau beobachtet wurde, was unmittelbar mit den rauen klimatischen Verhältnissen dieses Standortes zusammen hängt.

Die zum Teil hohen Krautfäulebonituren haben sich kaum auf den Knollenertrag ausgewirkt, weil es sich nicht um Knollenfäule, sprich Braunfäule, sondern um Krautfäule gehandelt hat, welche beide vom Erreger *Phytophthora infestans* hervorgerufen werden. Ein Befall mit Braunfäule würde sich sehr wohl ertragswirksam zeigen; kann es doch bei einem starken Befall massive Ertragsverluste geben.

Eine andere Kartoffelkrankheit, die erst in den vergangenen trockenen Sommern deutlich in Erscheinung getreten ist;

Tabelle 4: Befall der Frühsorten mit Colletotrichum-Welke am Moarhof und in Lambach

Sorte	LAM 2010	MOA 2011	MOA 2012	LAM 2012	MOA 2013	LAM 2013	MOA 2014	MOA 2015	LAM 2015
AGATA	3,75	4	3,25	8,5	5,5	4,38	2,5	1	2,5
ALONSO			3	4	1,5	2,13	1,38	1	2
ANNABELLE		5	2,75	8,75	4,5	3,88	2	2	2,5
ANUSCHKA	2,5	5	4,75	8	5	3,88	3,5	1	2
BACCARA	3,25	6	2,75	8,5					
CARDINIA					4,5	4	1,63	1	2
DERBY	3	4	3,63	8,5					
ELFE	2,25	5	3,63	8,25	3,5	4,13	3,88	1	3
GALA	3	5,5	4	9					
MONACO	3	6	4	8					
PRINZESS	3	5	3,25	5,75	3	2,25	1,5	1	2,5

Tabelle 5: Befall mittelfrüher Sorten mit Colletotrichum-Welke am Moarhof und in Lambach

Sorte	LAM 2007	LAM 2010	MOA 2011	LAM 2011	MOA 2012	LAM 2012	MOA 2013	LAM 2013	MOA 2014	LAM 2015
AGRIA	2,5	2	3,5	1	3,38	3,5	2	2,5	1,5	1
ANTONIA			5,5	3	3	4,75	3,5	2	1,75	2,5
BOSCO			5,5	1	3,13	4,5	2,5		2,13	3
CAROLUS							3	1,5	1,0	3
CONCORDIA			4,5	3	2,63	5,5	4,5	2,5	2	3,5
DITTA	4,3	3	3	1	2,63	3	2	2	1,38	3,5
GALATA			7	1	3,63				2,5	3
HUSAR	4,3	7,75	6,5	4	3,13	6,75	2,5	3	3,13	2
JELLY	2	2	5,5	3,5	3	4,25	4	1,5	1,25	2
LAURA	5,5		7,5	1,5	2,38	5,25	5	2		
MARABEL		7	8	4	4	8,5	5,5	4,5	3,88	4,5
MARIZZA							2,5	2,5	1,13	3
MARTINA		2,75	3,5	1	4	6	3	2,5	1,75	2
NICOLA			4	1	3,25	3,75				
PANDORA			5	1	3,63	3,5				
ROKO	4	2,5	6	1	4	3	1,5	2	1,63	2
TOLUCA	9	2,75	7,5	2,5	2,88	6	2	2	1,38	3,5

hier ist die Rede von der Colletotrichum-Welke, welche durch den Erreger *Colletotrichum coccodes* zu Absterbeerscheinungen im Kartoffelbestand führt. Bei einer flüchtigen Betrachtung kann man das Krankheitsbild am Feld durchaus mit anderen Kartoffelkrankheiten verwechseln, besonders mit der Verticillium-Welke; an den Knollen selbst dann mit Silberschorf. Außerdem könnte bei Auftreten einer Mischinfektion das Krankheitsbild durchaus auch anderen Kartoffelkrankheiten zugeordnet werden, was wahrscheinlich auch vor dem ersten bewussten Wahrnehmen der Colletotrichum-Welke immer wieder passiert. Ab dem Jahr 2010 wurde bei Sortendifferenzierungen eine Bonitur von Colletotrichum-Welke in den Kartoffelbeständen durchgeführt, in Tabelle 4 werden die Daten der beiden Standorte Moarhof und Lambach gegenübergestellt.

Auch hier ist es wieder so, dass nicht jedes Jahr an jedem Standort alle Krankheiten bonitiert werden; interessant sind jene Jahre, wo an beiden Standorten Daten erhoben wurden. Von den Jahren 2012 und 2013 gibt es einen direkten Vergleich, weil auch das Sortenspektrum dasselbe war. Die Daten von 2012 zeigen einen wesentlich stärkeren Befall mit Colletotrichum-Welke am Standort Lambach; meist doppelt so hoch wie am Moarhof. Allerdings kann sich dieser Krankheitsbefall aber deutlich auf den Knollenertrag auswirken. Während bei den frühen Sorten die Knollenbildung oft schon so weit fortgeschritten ist, dass selbst ein starker Krankheitsdruck nicht zwangsläufig einen geringeren Knollenertrag bedingt, ist die Situation bei später reifenden

Sorten eine völlig andere. Tritt die Colletotrichum-Welke schon relativ früh auf, also in der Phase des intensiven Knollenwachstums, dann fehlen der Kartoffelpflanze möglicherweise schon Teile des Blattapparates für die Assimilation. Dass sich solche Beeinträchtigungen auf den Ertrag auswirken können, liegt auf der Hand. Allerdings gibt es auch hier sortenbedingte Unterschiede; nicht jede Sorte reagiert mit massiven Ertragseinbußen.

Tabelle 5 bringt eine Übersicht über den Vergleich des Befalls mit Colletotrichum-Welke an den Standorten Moarhof und Lambach bei den mittelfrühen Sorten.

Die Bonitur vom Jahr 2007 in Lambach war die erste von dieser Krankheit und wurde nur bei den mittelfrühen Sorten vorgenommen. Im Jahr 2010 trat dann Colletotrichum-Welke nicht nur am Standort in Lambach auf, damals waren sehr viele Kartoffelanbauflächen in ganz Österreich davon betroffen. Allerdings zeigte sich die Krankheit immer wieder sehr sortenspezifisch, so waren in Lambach am stärksten die Sorten Husar und Marabel betroffen, was speziell im Jahr 2010 auch zu einer starken Reduktion beim Knollenertrag führte. Die Sorte Husar lieferte im Jahr 2010 in Lambach nur 82,8 dt/ha, was 40,5 % des Versuchsmittels entsprach. Bei der Sorte Marabel wirkte sich der starke Befall mit Colletotrichum-Welke gar nicht auf den Ertrag aus, weil diese Sorte in der Entwicklung und auch in der Reife früher als die Sorte Husar ist. Erstaunlich ist aber auch die Tatsache, dass sich eine Sorte, wie z.B. Toluca gegenüber der Colletotrichum-Welke stark anfällig zeigt, gegenüber der





Abbildung 4: Kartoffelversuch mittelfrühe Sorten in Lambach Anfang August 2010



Abbildung 5: Kartoffelversuch frühe Sorten am Standort Lambach Mitte Juli 2012

Krautfäule aber fast resistent ist.

Bei den übrigen Versuchen im Lungau und Murtal spielte Colletotrichum-Welke keine Rolle.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen unterschiedlich anfällige Sorten im Hinblick auf die Colletotrichum-Welke am Standort Lambach.

In der oben dargestellten Deutlichkeit zeigt sich die Colletotrichum-Welke hauptsächlich auf Standorten, wo das Wasser fehlt. Eine Beregnung solcher Kartoffelbestände könnte das schnelle Vergilben und darauffolgende Absterben der Blätter hinauszögern, was einen durchschnittlichen Knollenertrag ermöglichen könnte.

Eine Kartoffelkrankheit, die hier nicht im Speziellen behandelt wird, aber sehr wohl durch die klimatischen Verhältnisse eines Standortes stark beeinflusst werden kann, ist die sogenannte Wurzeltöterkrankheit, die vom Erreger *Rhizoctonia solani* verursacht wird. So tritt diese Krankheit eher in kühleren Lagen auf, wo auf Grund der Jahresdurchschnittstemperatur in der Fruchtfolge manche Kulturen nicht angebaut werden können und so die Kartoffeln in zu kurzen zeitlichen Abständen auf denselben Äckern stehen. Dazu kommt in solchen Lagen viel organisches Material, das eingearbeitet wird, zusätzlich zum Dünger meist auch

noch Klee gras und die niedrigen Temperaturen, die zum Zeitpunkt der Keimung der Kartoffeln vorherrschen und eigentlich für den Krankheitserreger ideale Bedingungen schaffen. Die Wurzeltöterkrankheit tritt im Lungau verbreitet auf und bereitet in manchen Jahren arge Probleme bei der Anerkennung des Kartoffelsaatgutes.

## Diskussion

Da der biologische Kartoffelanbau wesentlich mehr Aufmerksamkeit erfordert als der konventionelle, müssen alle einzelnen Maßnahmen mit besonderer Sorgfältigkeit durchgeführt werden. Alleine die Auswahl der geeigneten Flächen bedarf einer genauen Prüfung, zum einen, was die Bodenverhältnisse, zum anderen, was die Vorfrüchte im Hinblick auf die Verunkrautung betrifft. So weisen KOLBE et al. (2012) auf diese Problematik hin und raten von einem Kartoffelanbau auf ungeeigneten Flächen generell ab.

Leider kann sich wahrscheinlich nicht jeder Landwirt seine Flächen aussuchen und so gibt es Gebiete, die nicht die besten Böden aufweisen und trotzdem zur Kartoffelproduktion herangezogen werden. Natürlich wären leichte bis mittelschwere, gut erwärmbare, skelettarme und tiefgründige Böden am besten für die Kartoffelproduktion geeignet, wie im Merkblatt über Biokartoffeln von BIOLAND et al. (2010) angeführt ist und auch hinlänglich bekannt ist. Sofern aber diese idealen Bedingungen nicht gegeben sind, muss der Kartoffelanbauer manchmal auch weniger gut geeignete Flächen zur Kartoffelerzeugung heranziehen.

Aber nicht nur der Boden zählt zum Standort, auch die klimatischen Verhältnisse spielen eine ganz wichtige Rolle. Während unter rauen Bedingungen in höheren Lagen ein Befall mit Krautfäule eher selten zutrifft, wird das in gewissen Tal- und Beckenlagen des alpinen Raumes sowie im Alpenvorland unter humidem Klimaeinfluss wahrscheinlich eine größere Bedeutung haben. So spielt in diesem Zusammenhang die Sortenwahl eine ganz wichtige Rolle, denn durch die Verwendung krautfäuletoleranter Sorten können starke Ertragseinbußen durch *Phytophthora infestans* hintan gehalten werden. Trotzdem bleibt die Krautfäule das Hauptproblem der Kartoffelanbauer im Biolandbau, weil gerade diese nicht so anfälligen Sorten meist dem Geschmack der Konsumenten nicht entsprechen, wie DIERAUER (2013) auch für die Schweiz festgestellt hat. So wird in den Versuchen der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit Jahren die Sorte Toluca angebaut, die sich tatsächlich als weitgehend krautfäuletolerant zeigt, weil sie sich in einem Krautfäuleprogramm in Holland als eine der besten Sorten erwiesen hat, aber keine Verbreitung im Konsumanbau hat. Auch andere Sorten wie Alonso oder Carolus konnten in den Versuchen als weitgehend krautfäuletolerant bewertet werden (siehe GADERMAIER et al., 2015), finden aber bei Bio-Kartoffelbauern kein oder wenig Interesse, weil seitens der Konsumenten zu wenig Nachfrage nach diesen Sorten besteht.

## Literatur

BIOLAND, KÖN, BIO-AUSTRIA, FIBL, vTI (Hrsg.), 2010: Merkblatt Biokartoffeln: Qualität mit jedem Arbeitsschritt. Unter: [http://Oekologischerlandbau.jki.bund.de/dokumente/upload/8e12d\\_566\\_oe1\\_merkblatt\\_kartoffeln.pdf](http://Oekologischerlandbau.jki.bund.de/dokumente/upload/8e12d_566_oe1_merkblatt_kartoffeln.pdf). Abruf vom 16.10.2015

DIERAUER, H. (2013): Die Sortenwahl ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für Biokartoffeln. Schweizer Bauer vom 09.03.2013. Unter: <http://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/pflanzenbau/ackerbau/Bio-Kartoffelbau-2013-2b-hd.pdf>. Abruf vom 19.10.2015

GADERMAIER, F., HEIN, W., KASTELLIZ, A., KROBATH, G., LAMMER, P., LENGAUER, D., LUKA, H., PALME, W., POLLAN, S., STOPPER, E. und VORDERWÜLBECKE, B. (2015): Biogemüsefibel

2015. Infos aus Praxis, Beratung und Forschung rund um den Biogemüse- und Kartoffelanbau. LFI (Hrsg.), Wien, 30 pp.

KOLBE, H., KARALUS, W., SCHUSTER, M., HÄNSEL, M., SCHAEFF, A. und PÖLZ, B. (2012): Kartoffeln im Ökolandbau (Informationen für Praxis und Beratung). Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen. Unter: [http://orgprints.org/15102/16/OekoKartoffeln\\_Broschuere12.pdf](http://orgprints.org/15102/16/OekoKartoffeln_Broschuere12.pdf). Abruf vom 16.10.2015



# Praxisbericht: Bodenbearbeitung und Vorkeimung im Biokartoffelbau

Peter Gadermaier<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Die Kombination „eingehäufelte Begrünungsmasse im Herbstdamm“, sowie eine professionelle Vorkeimung stellen am Biohof Koblstatt einen Schritt in Richtung gesteigerter Produktqualität und Erträge dar.

Eine Direktmulchpflanzung ohne Frühjahrsbodenbearbeitung in den Herbstdamm impliziert eine langsamere Bodenerwärmung im Frühjahr, sowie einen etwas erhöhten Klutenbesatz im Damm. In Bezug auf eine verminderte Erosionsgefahr bzw. einer erhöhten Strukturschonung ist diese Methode jedoch das Mittel der Wahl.

Das Einstreuen von Senf oder Ölrettich in den wachsenden Bestand, führt in der Regel zu einer sehr guten Schattengare, sowie zu einer zusätzlichen Durchwurzelung des Damms, bzw. einem ausgeglichenen Wassergehalt dessen und fördert damit eine reibungslose und schonende Ernte.

*Schlagwörter:* Vorkeimung, Bodenbearbeitung, Herbstdamm, Zwischenfruchtanbau, Bodenleben, Kartoffelanbau auf schweren Böden

## Einleitung

Der Bioackerbaubetrieb des Autors befindet sich in Neuhofen im Innkreis (Bezirk Ried) und beschäftigt sich seit etwa 20 Jahren mit Stärke-, Pflanz-, sowie Speisekartoffelanbau. Die dortigen Bodenverhältnisse sind aufgrund überwiegend schwerer, zur Dichtlagerung bzw. Pseudovergleyung neigender Standorte (sL) und hoher Niederschläge (950mm+), für den Kartoffelanbau überwiegend als schwierig zu betrachten. Es gilt daher einerseits standortspezifische Probleme, wie etwa Bodenerosion, Dichtlagerung, mangelnde Bodenatmung- und erwärmung, sowie andererseits daraus resultierende Ergebnisse, wie überhöhte Erntebeimengungen, Knollendeformationen, sowie *Rhizoctonia solani* zu vermindern, um letztendlich den Anteil der qualitativ hochwertigen, vermarktungsfähigen Ware, sowie den Gesamtertrag zu steigern.

## Material und Methoden

Um den in der Einleitung beschriebenen Problemen Herr zu werden, wurden in den vergangenen Jahren diverse Praxisversuche zum Thema Bodenbearbeitung, sowie Keimstimmung bzw. Vorkeimung nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ durchgeführt.

## Meilensteine im Kartoffelanbau am Biohof Koblstatt

**1995:** Ersatz des Pfluges als Grundbodenbearbeitung im Herbst durch tiefe Grubberarbeit ohne Nachläufer mit darauffolgendem Zwischenfruchtanbau

**1998:** Test einer Kombination aus Kurzgrubber und Kreiselegge zur Frühjahrsbodenbearbeitung

**2000:** Versuche des Ersetzens der strukturschädigenden Dammmfräse

**2004:** Versuche zum Thema Herbstdamm samt Begrünung

**2006:** Erste Keimstimmungsversuche

**2005:** Kombination von Frühjahrsbodenbearbeitung und Kartoffelauspflanzung

**2009:** Kombination von Frühjahrsbodenbearbeitung, Kartoffelauspflanzung und Dammaufbau

**2010:** Versuch des Einstreuens von Senf in den Bestand bei der Krautminderung

**2011:** Versuche mit dem Dammgrubber der Versuchsstation Scheyern zur Herbstdammausformung- System Direktmulchpflanzung nach G. Gerl

**2012:** Versuche zur Grundbodenbearbeitung, sowie Frühjahrsbodenbearbeitung nach dem System Turiel

**2013:** Versuch des „Einhäufelns“ der oberirdischen Begrünungsmasse im Spätherbst

**2014:** Vorkeimversuch in Vorkeimkisten, samt künstlicher Belichtung, sowie Direktmulchpflanzung nach dem System Gadermaier

**2014/2015:** Kombination nicht mischender Werkzeuge und einer Doppelscheibenscharsäsiene zur Grundbodenbearbeitung bzw. Zwischenfruchtaussaat, samt dem nachfolgenden „Einhäufeln“ der Begrünungsmasse im Spätherbst. Einsatz der Queckendrähte des Systems Turiel



Abbildung 1: Frisch angelegte Herbstdämme

<sup>1</sup> Biohof Koblstatt

\* Ansprechpartner: Peter Gadermaier, [biohof@koblstatt.at](mailto:biohof@koblstatt.at)

im darauffolgenden Frühjahr.

## Ergebnisse und Diskussion

Aufgrund der vorangegangenen Versuche konnten daraus folgende Ergebnisse generiert werden:

### *1. Zum Thema Bodenbearbeitung:*

Eine nichtwendende Grundbodenbearbeitung zu Kartoffeln im Sommer, samt kombinierter Zwischenfruchtaussaat mit Doppelscheibenscharen stellt das Belassen der natürlichen Bodenschichtung sowie einen guten Feldaufgang bzw. eine gute Entwicklung der Zwischenfrucht sicher. Dies bewirkt wiederum eine gute Durchwurzelung der gesamten Krume, was letztendlich die Bodengare stark fördert. Das Problem einer hohen oberirdischen Begrünungsmasse steht vor allem der Förderung von *Rhizoctonia solani*, sowie anderen Auflaufkrankheiten diametral gegenüber. Als Abhilfe wird im Spätherbst die Begrünungsmasse zerkleinert und darauffolgend in Herbstdämmen eingehäufelt. Dies sichert einen zügigen, aeroben Umbau der Begrünungsmasse bis zum Frühjahr und verhindert damit

das Entstehen von Auflaufproblemen und Wurzelkrankheiten weitgehend. Durch die darauffolgende Kombination von Dammeinebnung und Kreiselegge, samt Spurräumern zur Frühjahrsbodenbearbeitung können Fahrspuren, samt deren negativen Auswirkungen weitestgehend verhindert werden. Eine rasche Bodenabtrocknung- bzw. erwärmung vor der Frühjahrsbodenbearbeitung sprechen ebenfalls für dieses Konzept.

### *2. Zum Thema Vorkeimversuche:*

In den Praxisversuchen konnte ein weitaus zügigerer, sowie gleichmäßigerer Auflauf der Kartoffelpflanzen beobachtet werden. Weiter wurden ein freudigerer Wuchs, sowie eine bessere Pflanzengesundheit in Bezug auf Krautfäule, Alternaria, sowie Rhizoctonia festgestellt. Die nach vorne verschobene Vegetationszeit führt zu einer früheren Ertragsbildung der Bestände, wodurch, bedingt durch die Möglichkeit einer früheren Ernte, wiederum Schäden durch Drahtwürmer, Schnecken sowie Rhizoctonia vermindert werden. Die relativ hohen Investitions- und Arbeitskosten dieses Systems sind betriebsindividuell zu prüfen.

## Kartoffelkrankheiten: Aktuelle Probleme

Herbert Huss<sup>1\*</sup>

### Zusammenfassung

Hitzeperioden und frühsommerlichen Feuchtphasen haben in den letzten Jahren neue beziehungsweise bisher wenig wahrgenommene Kartoffelkrankheiten in den Vordergrund rücken lassen: Die Colletotrichum-Welke ist auf Böden mit geringem Wasserspeichervermögen im gesamten Anbaubereich zu einem Problem geworden. *Sclerotinia sclerotiorum*, der Verursacher der Weißstängeligkeit von Sonnenblume, Raps und Sojabohne wird nun auch bei der Kartoffel beobachtet. Neue, durch hohe Temperaturen begünstigte bakterielle Erreger der Schwarzbeinigkeit (*Dickeya spp.*) sind in Mitteleuropa in Ausbreitung begriffen und Strahlungsschäden dürften für ungewöhnliche Blattflecken verantwortlich sein.

**Schlagwörter:** Kartoffelkrankheiten, Colletotrichum-Welke, Sclerotinia-Stängelfäule, Schwarzbeinigkeit, Strahlungsschäden

### Summary

Heatwaves and humid periods in early summer have caused new potato-diseases respectively diseases that have rarely been observed so far. Black dot has become a problem in the whole growing area. White mold caused by *Sclerotinia sclerotiorum* has been increasingly observed on potato. New bacterial germs of black leg (*Dickeya spp.*), favoured by high temperatures, are about to spread in Central Europe and radiation damage might be responsible for unusual leaf spots.

**Keywords:** Potato diseases, black dot, White mold, black leg, radiation damage

### Colletotrichum-Welke

Die Colletotrichum-Welke der Kartoffel war lange Zeit nur von den trockensten Anbaubereichen Ostösterreichs bekannt. Die verstärkten Hitzeperioden der letzten Jahre haben diese Krankheit auf Böden mit geringem Wasserspeichervermögen nun im gesamten Anbaubereich zu einem ernstesten Problem werden lassen (HUSS ET AL. 2011). Sie wird von dem Pilz *Colletotrichum coccodes* verursacht, der unter normalen Witterungsverhältnissen ein harmloser Schwächeparasit ist. Ist die Kartoffelpflanze jedoch starkem Stress, insbesondere Trockenstress, ausgesetzt, so mutiert der Pilz zu einem aggressiven Parasiten, welcher Wurzel, Ausläufer und den Stängel befällt und bei empfindlichen Sorten bereits bei Blühbeginn zum Absterben der Pflanzen führen kann.

Erstes Zeichen einer Colletotrichum-Welke kann eine Blattvergilbung sein, auf die relativ rasch Welke-Symptome der ganzen Kartoffelpflanze folgen können. Gräbt man die Pflanzen aus, so ist eine Schädigung der Wurzeln, der Stolonen (= unterirdische Ausläufer) und der unterirdischen Achsenanteile durch eine trockene Vermorschung des Gewebes zu erkennen, wobei *C. coccodes* durch die zwischen dem Rindengewebe und dem Zentralzylinder zahlreich gebildeten Mikrosklerotien deutliche Spuren hinterlässt (Abb. 1). Diese sind auch mit freiem Auge ohne weiteres als kleine schwarze Punkte zu erkennen. Durch den Pilzbefall löst sich das Rindengewebe vom Zentralzylinder und ist deshalb leicht von diesem zu entfernen. Bei stark befallenen Stolonen wird die Nährstoffversorgung der Knollen



Abbildung 1: Faserige Rindenschicht eines Ausläufers mit den Mikrosklerotien von *Colletotrichum coccodes*

eingeschränkt, sodass die Knollen klein bleiben (Abb. 2) und entsprechende Ertragseinbußen die Folge sind. In den Stängeln führen Fäulnisprozesse zu wässrig durchtränkten und später braun werdenden Befallsstellen. Durch Unterbindung der Wasserversorgung der Blätter welken diese und hängen dann schlaff an den zunächst noch grünen Stängeln herab. Im Laufe der Zeit können die im Inneren ablaufenden Fäulnisprozesse große Teile des Stängels erfassen. Diese erscheinen dann wässrig braun und knicken ab. Vielfach bleiben einzelne Stängel noch lange Zeit grün, während die übrigen schon abgestorben sind. Von einer Fäulnis ist auch die Mutterknolle betroffen.

Eine Stängelfäule kann auch von Bakterien (*Pectobacterium*

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-4651 Stadl-Paura

\* Ansprechpartner: Dr. Herbert Huss, [herbert.huss@raumberg-gumpenstein.at](mailto:herbert.huss@raumberg-gumpenstein.at)



Abbildung 2: Der *Colletotrichum*-Befall des Ausläufers bewirkt eine Unterversorgung der Knolle mit Wasser und Nährstoffen

*spp.*) verursacht werden. In diesem Fall sind die Stängel an der Basis schwarzbraun bis blauschwarz verfärbt und werden als Schwarzbeinigkeit bezeichnet. Eine sichere Diagnose ist durch Ausgraben der Pflanzen möglich, da nur *C. coccodes* an den vermorschten unterirdischen Pflanzenteilen die charakteristischen Mikrosklerotien hinterlässt.

Zeichen eines *Colletotrichum*-Befalls der Knollen sind sogenannte „Mausschwänzchen“, das sind Ausläuferstücke, die an den Knollen haften bleiben (Abb. 3). Seltener verursacht *Colletotrichum* auf den Knollen graubraune, unregelmäßig geformte und durch Mikrosklerotien schwarz gepunktete Flecken. Diese sind den Silberschorfflecken sehr ähnlich, welche bei genauer Betrachtung ebenfalls winzige schwarze Punkte aufweisen können. Diese Punkte sind jedoch kleiner als die Mikrosklerotien von *C. coccodes* und stammen von den Abbruchstellen der Konidienträger des Silberschorferregers *Helminthosporium solani*.

Die Infektion der Kartoffelpflanze kann über die im Boden befindlichen Mikrosklerotien oder die Mutterknolle erfolgen. Bei Feldbegehungen in den Kartoffelanbaugebieten des Wein-, Wald- und Mühlviertels, des Marchfelds, des Eferdinger Beckens und der Steiermark waren überall zahlreich Mikrosklerotien auf Kartoffelstroh nachweisbar, sodass davon ausgegangen werden kann, dass im gesamten



Abbildung 3: „Mausschwänzchen“ mit Mikrosklerotien von *C. coccodes*

österreichischen Kartoffelanbaugesamt eine Bodeninfektion möglich ist. Ein zweiter Infektionsweg ist der über das Pflanzgut. Eigene Untersuchungen der Mutterknollen haben gezeigt, dass nicht nur bei Knollen mit erkennbarem *Colletotrichum*-Befall („Mausschwänzchen“, *Colletotrichum*-Flecken) eine *Colletotrichum*-Fäule der Mutterknolle und in weiterer Folge ein Befall der gesamten Pflanze auftreten kann, sondern auch bei völlig gesund aussehenden Knollen. Es ist daher anzunehmen, dass der Pilz in diesen Knollen vorhanden ist, ohne Symptome eines Befalls zu zeigen (latenter Befall).

Um einem *Colletotrichum*-Befall vorzubeugen, sollten Stress fördernde Standorte (flachgründige, trockene und zur Staunässe neigende Äcker) gemieden werden. Da man annimmt, dass die Mikrosklerotien im Boden zwei Jahre überdauern können, sollte auf die Einhaltung eines zumindest dreijährigen Fruchtfolgeintervalls geachtet werden. Biologisch aktive Böden können zu einem raschen Abbau der Sklerotien beitragen. Augenmerk sollte außerdem auf die richtige Sortenwahl und eine ausreichende N-Versorgung gelegt werden.

### Sclerotinia-Stängelfäule

Der Becherpilz *Sclerotinia sclerotiorum* ist in Österreich vor allem als Verursacher einer Weißstängeligkeit bei Raps, Sonnenblume und Sojabohne bekannt. Begünstigt durch die Feuchtperioden der letzten Jahre ist er auch bei der Kartoffel als Verursacher einer Stängelfäule in Erscheinung getreten. An den unteren Stängelteilen und den Blattachsen führt er zu braunen, eingesunkenen Flecken, die von einem



Abbildung 4: Hellweiße Stängelbasis durch Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum*

hellweißen, flockigen Myzel überwachsen werden (Abb. 4). Dieses bildet sowohl im Stängelinneren als auch außen bis zu erbsengroße dunkle Dauerkörper (Sklerotien) mit denen der Pilz auch überwintert.

Befinden sich die Sklerotien in der Nähe einer Wirtspflanze, so ist eine Infektion durch austreibendes Myzel möglich. Meist jedoch erfolgt eine Infektion durch Ascosporen, welche in den aus den Sklerotien austreibenden becherförmigen Fruchtkörpern gebildet und mit dem Wind verblasen werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Ascosporen-Infektion ist genügend Feuchtigkeit: Um keimen zu können, benötigen die Sporen mindestens 16 Stunden lang Wasser.

Die Sklerotien bleiben im Boden gut drei Jahre lebensfähig. Bei Sclerotinia-Problemen sollte deshalb darauf geachtet werden, dass zwischen Sclerotinia-empfindlichen Kulturarten ein Fruchtfolgeabstand von vier Jahren eingehalten wird. Zu beachten ist dabei, dass die Ascosporen auch von Nachbarfeldern angeweht werden können. Da die Krankheit durch Feuchtigkeit, auch des Bodens, gefördert wird, sollten schwere, wasserhaltende Böden gemieden werden.

## Schwarzbeinigkei

Die Schwarzbeinigkei ist eine von Bakterien im Inneren der Stängelbasis verursachte Fäulniskrankheit. Sie führt zu einer Schwarzverfärbung des Pflanzengewebes (Abb. 5), der Stängel wird weich und stinkend. Durch Unterbrechung der Wasserzufuhr welken die Pflanzen und sterben schließlich ab. Als Verursacher der Schwarzbeinigkei wurden in Österreich bisher die beiden Bakterienarten *Pectobacterium carotovorum* und *P. atrosepticum* nachgewiesen (SÖLLINGER UND HUSS 2013). Auf den Knollen verursachen sie die klassische Nassfäule. Fehlstellen bzw. reduzierter Feldaufgang sind häufig auf diese Bakterien zurückzuführen, wenn es bereits kurz nach dem Legen zu einer nassfaulen Degeneration der Mutterknolle kommt.



Abbildung 5: Schwarzbeinigkei der Kartoffel

*P. atrosepticum* ist der Erreger mit den geringsten Temperaturansprüchen und in unseren Breiten der bedeutendste Verursacher der klassischen Schwarzbeinigkei. *P. carotovorum* weist mittlere Temperaturansprüche auf, verursacht verstärkt Stängelfäulen und ist am längsten in der Lage, außerhalb der Kartoffelpflanze im Boden zu überdauern. Eine Neuinfektion über den Boden scheint bei Einhaltung einer geregelten Fruchtfolge aber nicht möglich zu sein. Neben diesen beiden Arten wurden in Mitteleuropa in den letzten Jahren weitere bakterielle Erreger der Schwarzbeinigkei nachgewiesen, welche der Gattung *Dickeya* zugerechnet werden. Diese Arten haben einen hohen Wärmebedarf und profitieren von der zunehmenden Erwärmung. Eine besondere Aufmerksamkeit gebührt dabei *D. solani*, welche in Europa in rascher Ausbreitung begriffen ist und auch für zunehmende Schäden verantwortlich ist. Mit diesem Bakterium ist auch in Österreich zu rechnen.

Der mit Abstand bedeutendste Vektor ist das Pflanzgut. Häufig sind diese Bakterien in den Knollen ohne erkennbare Symptome vorhanden (latenter Befall). Erst auf dem Feld kommt es unter befallsfördernden Bedingungen zur massiven Vermehrung und den beschriebenen Schäden. Aber auch ohne unmittelbar erkennbare Schäden werden die Bakterien im Saftstrom der Pflanze verteilt, besiedeln die neu gebildeten Knollen und werden so in die nächste Generation getragen. Kommt es zum nassfaulen Zerfall der befallenen Mutterknolle, steigt die Erregerkonzentration im Boden massiv an. Bei hoher Wassersättigung erfolgt die Infektion nicht nur über die Stolonen, sondern vor allem auch über die geweiteten Lentizellen sowie etwaige Schalenverletzungen. Hohe, länger andauernde Bodenfeuchte

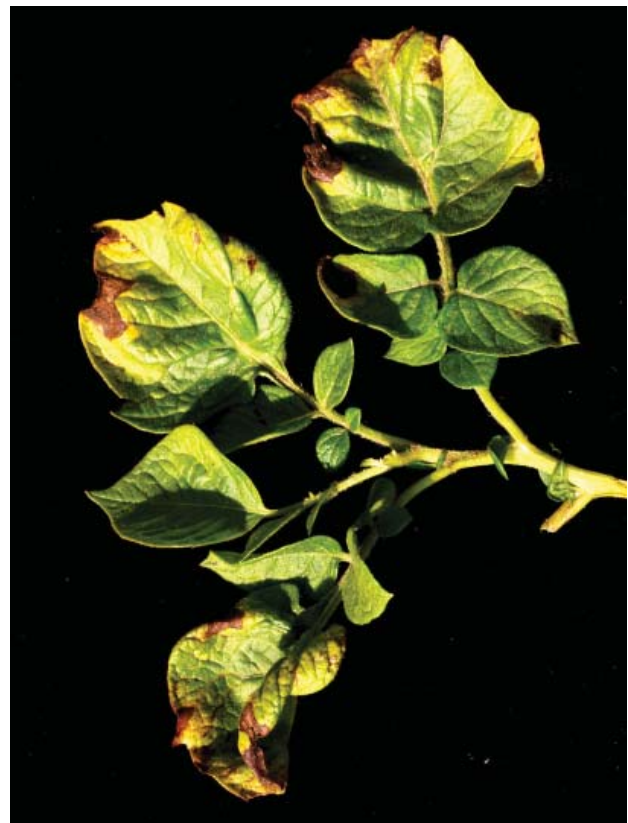


Abbildung 6: Blattflecken, die vermutlich durch schädigende Strahlung verursacht wurden



und insbesondere Stauwasserbildung sind jedenfalls stark befallsfördernde Faktoren.

Um der Schwarzbeinigkeit vorzubeugen, kommt der Auswahl des Pflanzguts entscheidende Bedeutung zu. Flächen, die zu Staunässe und Verschlämmung neigen, sollten nicht für den Anbau von Erdäpfeln herangezogen werden. Es sollte eine Bestandeskontrolle und gegebenenfalls eine Bereinigung kranker Stauden durchgeführt werden. Bei der Ernte sollten bereits auf dem Roder faule Knollen aussortiert werden. Bei der Lagerung sollte auf rasche Abtrocknung, gute Wundheilung und Vermeidung von Kondenswasserbildung geachtet werden.

### Blattflecken durch Ozon?

In den vergangenen Jahren waren auf den Kartoffelblättern von einem Vergilbungshof umgebene, unterschiedlich große nekrotischen Flecken zu beobachten, die an einen Botrytis-Befall erinnerten (Abb. 6), bei denen aber weder dieser Pilz, noch andere bekannte Krankheitserreger nachweisbar waren. Als mögliche Ursache wird hohe Sonneneinstrahlung in Verbindung mit Trockenheit, eventuell auch in Verbindung mit hohen Ozonwerten diskutiert (SPOELDER ET AL.

2014). Bei Blattproben von der Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura war in den Nekroseflecken immer auch *Alternaria alternata* nachweisbar. Dieser Pilz gilt als Saprophyt, es wird aber auch angenommen, dass er abreifende oder geschädigte Kartoffelblätter befallen kann (RADTKE & RICKMANN 1990). Es wäre demnach denkbar, dass die Nekroseflecken an der Versuchsstation Lambach/Stadl-Paura durch das Zusammenwirken von schädigender Strahlung mit *Alternaria alternata* verursacht wurden.

### Literatur

- HUSS, H., EITZINGER, J., SÖLLINGER, J., HEIN, W., 2011: Colletotrichum-Welke der Kartoffel als Stresstest: Schäden bei empfindlichen Sorten nehmen zu. *Der Pflanzenarzt* 64 (6-7): 15-19.
- RADTKE, W. & W. RIECKMANN (1990): Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel pp. 168. Verlag Th. Mann.
- SÖLLINGER, J., HUSS, H., 2013: Schwarzbeinigkeit der Kartoffel. Eine Krankheit mit zunehmender Bedeutung? *Der Pflanzenarzt* 66 (6-7): 18-20.
- SPOELDER, J., TURKENSTEEN, L.J. & R.H. ELLENS (2014): Early blight diagnostics in potato: The role of *Alternaria solani*, *A. alternata* and damage by ozone. EAPR-Konferenz 2014. Abstracts 8.

# Luzerne und Rotklee gras im oberösterreichischen Alpenvorland

Walter Starz<sup>1\*</sup>, Rupert Pfister<sup>1</sup>, Hannes Rohrer<sup>1</sup>, Waltraud Hein<sup>1</sup> und Hermann Waschl<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Kleegras ist für die Biologische Landwirtschaft das zentrale Element einer intakten Fruchtfolge. In einem 3-jährigen Forschungsprojekt wurden die drei wichtigsten kleinsamigen Futterleguminosen und Kleegrasmischungen untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass sich unter den niederschlagsreichen Bedingungen die Luzerne sehr gut behaupten konnte und sogar die höchsten Mengen- (10.879 kg TM/ha) und Qualitätserträge (2.258 kg XP/ha) lieferte. Die stark nachlassende Leistungsfähigkeit des Rotklee überraschte vor allem im zweiten Hauptnutzungsjahr. Die höchste N<sub>2</sub>-Fixierung wurde bei Luzerne mit 302 kg/ha und Jahr gemessen und den höchsten Ertrag erreichte der Winterweizen mit 6.995 kg/ha nach Weißklee.

**Schlagwörter:** Kleegras, Stickstofffixierung, Biologische Landwirtschaft, Fruchtfolge, Winterweizen

## Summary

Grass clover is an important component of a faultless crop rotation in organic farming. In a three year field trial 3 important fodder legumes and grass clover mixtures were investigated. Results show a good suitability of alfalfa in this climatic area. Alfalfa provided as well highest quantity- (10,879 kg DM ha<sup>-1</sup>) as quality (2,258 kg CP ha<sup>-1</sup>) yields. Remarkable was the decreasing performance of red clover, which is a typical fodder legume in this climate. The highest nitrogen fixation of 302 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> was measured in alfalfa and the highest yield of winter wheat reached 6,995 kg ha<sup>-1</sup> after white clover.

**Keywords:** grass clover, nitrogen fixation, organic farming, crop rotation, winter wheat

## Einleitung und Zielsetzung

Kleegras ist ein zentrales und unerlässliches Element einer optimierten Fruchtfolge in der Biologischen Landwirtschaft. In viehlosen Ackerbaubetrieben ist der Anbau von Kleegras neben der Bodenverbessernden Wirkung die Grundlage einer langfristigen Bereitstellung von organischen Materialien für die Bodenlebewesen. Für viehhaltende Betriebe bildet das Kleegras eine gute Grundfutterbasis und liefert ein wertvolles, eiweißbetontes Grundfutter (Freyer, 2003).

Unter den österreichischen Klimabedingungen spielen in Kleegrasbeständen drei kleinsamige Leguminosen eine wichtige Rolle. Es handelt sich dabei um die Luzerne für trockene und tiefgründige sowie um Rot- und Weißklee für frische und gemäßigte Standorte (Hof & Rauber, 2003). Die große Bedeutung der Futterleguminosen für die Biologische Landwirtschaft liegt in der Fähigkeit Luftstickstoff mit Hilfe der Rhizobien zu fixieren. Die Luzerne nimmt, als bedeutendste Leguminose im pannonisch beeinflussten Klimagebiet Ostösterreich, eine hervorsteckende Rolle ein (Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006; Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, & Wagentristsl, 2006). Das Anbauggebiet des Rot- und Weißklee in Österreich liegt hauptsächlich im Alpenvorland.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollten die mengenmäßig möglichen Erträge für Weißklee, Rotklee, Luzerne und Kleegrasmischungen ermittelt werden. Ebenso war ein Ziel die Fixierleistung der drei Futterleguminosen für das Alpenvorland zu bestimmen sowie deren Vorfruchtwirkung auf die Folgekultur Winterweizen.

## Material und Methoden

### Standort

Der Versuch wurde am Standort des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Lambach/Stadl-Paura durchgeführt. Im langjährigen Mittel (1971-2000) wurde eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,2 °C und Niederschläge von 840 mm gemessen. Der Standort des Versuches (48° 5' 31" N, 13° 51' 15" E) befand sich auf einer Lockersedimentbraunerde mit guter Wasserversorgung.

### Versuchsaufbau

Der Versuch wurde in Form einer randomisierten Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Geprüft wurden 8 Varianten (siehe Tabelle 1). In dieser Arbeit wird schwerpunktmäßig auf die drei Futterleguminosen (Varianten 1-3) sowie die Standard Kleegrasmischung KM (Variante 4)

Tabelle 1: Varianten des Versuches

Variante	Art/Mischung
1	Weißklee
2	Rotklee
3	Luzerne
4	Mischung KM
5	Eigenmischung 1
6	Eigenmischung 2
7	Eigenmischung 3
8	Bastardraygras

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

\* Ansprechpartner: DI Walter Starz, [walter.starz@raumberg-gumpenstein.at](mailto:walter.starz@raumberg-gumpenstein.at)

näher eingegangen.

### Ertrag

2008 wurden die Bestände 4-mal geschnitten und 2009 3-mal. 2009 fiel der dritte Aufwuchs einem Hagelunwetter zum Opfer und konnte somit nicht mehr geerntet werden. Die Ernte wurde mit einem Grünlandvollernter durchgeführt und die gesamte Parzelle abgemäht (Balkenmäher mit einer theoretischen Schnitthöhe von 7 cm), wobei eine sofortige Wiegung der Frischmasse erfolgte. Von dieser wurde ein Teil für die weitere Bearbeitung entnommen. Für die Trockenmasse (TM) wurde die Probe (Doppelbestimmung) über 48 Stunden bei 105 °C getrocknet.

Die Ernte des Winterweizens erfolgte mittels Parzellenmäh-drescher, wobei der Ertrag direkt festgestellt wurde. Die Bestimmung der TM erfolgte im Rahmen der chemischen Analyse im Labor und die Erträge wurden auf den üblichen TM Gehalt von 86 % umgerechnet.

Zur Bestimmung des Rohproteingehaltes wurde ein Teil der Probe schonend bei 50 °C getrocknet. Das gemahlene Material wurde danach im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bestimmt.

### N<sub>2</sub> Fixierleistung

Die Biologische Stickstofffixierung durch die drei Leguminosen Weißklee, Rotklee und Luzerne wurde mit Hilfe der erweiterten Differenzmethode nach Hauser (1987) berechnet. Die Formel dazu lautet:

$$[(\text{Sproß-N}_{\text{Leg}} + \text{Stoppel-N}_{\text{Leg}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Leg}}) - (\text{Sproß-N}_{\text{Ref}} + \text{Stoppel-N}_{\text{Ref}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Ref}})] + (\text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Leg}} - \text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Ref}}) = \text{N}_2\text{-Fixierleistung}$$

Für diese Berechnung wurden die Ergebnisse des Jahres 2009 herangezogen. Zur Ermittlung des Spross-N wurden alle drei Schnitte aus 2009 addiert und der Rohproteintrag mit dem Faktor 6,25 auf elementaren Stickstoff umgerechnet. Der Stickstoff aus Stoppeln und Wurzeln (im Herbst 2009 geerntet bzw. mit einer Bohrsonde im Horizont 0-30 cm entnommen und durch ein 750 µm ausgewaschen) wurde aus dem Material der Herbstproben errechnet. In dieser Untersuchung diente Bastardraygras als Referenzpflanze, wobei je Wiederholungsblock eine Parzelle mit der Referenzpflanze zur Verfügung stand.

Im zweiten Hauptnutzungsjahr des Klee-grasbestandes wurden im Frühling und im Herbst auf allen Parzellen Bodenproben aus den Horizonten 0-30 cm und 30-60 cm gezogen und der N<sub>min</sub> Gehalt bestimmt.

### Statistik

Die statistische Auswertung der normalverteilten und varianzhomogenen Daten erfolgte mit dem Programm SAS

9.2 nach der MIXED Prozedur (Fixe Effekte: Variante, Wiederholung, Jahr und Variante\*Jahr, die Spalten der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen) auf einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ . Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung ( $s_e$ ) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden mittels Tukey-Test vorgenommen und signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

## Ergebnisse

### Erträge Klee-gras

Die Luzerne erzielte unter den Leguminosen in beiden Versuchsjahren die höchsten Ernteerträge. Die Luzerneerträge von 11.400 (2008) und 10.300 kg TM/ha (2009) sind für österreichische Klimaverhältnisse als gut zu bewerten. Im pannonischen Klimaraum Österreichs (450 mm) konnten in Luzerne-Versuchen Ernteerträge von 4.150-8.000 kg TM/ha (Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006; Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, & Wagen-tristl, 2006) erreicht werden. Dem gegenüber waren Klee-graserträge aus einer bayrischen Untersuchung (Braun, Schmidt, & Grundler, 2009) mit 15.800-17.300 kg TM/ha (7,6 °C und 800 mm) überdurchschnittlich hoch, wie auch die Autoren vermerkten. Nur im ersten Hauptnutzungsjahr erreichte die Klee-grasmischung KM (Variante 4) fast den Ertrag von 12.000 kg TM/ha. In der vorliegenden Arbeit hatte die Luzerne (Variante 3) und die Standard Klee-grasmischung KM (Variante 4) die signifikant höchsten Erträge (siehe Tabelle 2). Sowohl Weißklee (Variante 1) und Rotklee (Variante 2) als auch die Dreikomponenten-Mischungen (Varianten 5-7) lagen im Ertrag signifikant darunter. Zum vierten Aufwuchs im ersten Nutzungsjahr 2008 kam es zu einem deutlichen Rückgang des Rotklees. Dieser Rückgang setzte sich 2009 fort und ist für das schlechte Abschneiden der Rotkleeerträge verantwortlich. Den signifikant geringsten Ertrag erzielte das Bastardraygras (Variante 8). Dies dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass in dieser Untersuchung keine organische Düngung vorgenommen wurde, um den Fixierungseffekt der Leguminosen besser bewerten zu können.

Der Rohproteintrag war bei der Luzerne mit 2.258 kg/ha signifikant am höchsten. Bei den Klee-grasmischungen erreichte die Standardmischung KM (Variante 4) den höchsten XP-Ertrag. Im Vergleich dazu erreichten Klee-grasmischungen in Norddeutschland (7,8 °C und 716 mm) Rohproteinträge zwischen 2.000 und 3.000 kg/ha (Loges, Kornher, & Taube, 1998).

### Stickstofffixierung

Neben der Bedeutung des Klee-grases als wertvolles Grund-

**Tabelle 2: Mengen- und Qualitätserträge der Leguminosen- und Klee-gras-Varianten im Mittel (LSMEANS) der Versuchsjahre 2008 und 2009**

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	s <sub>e</sub>
		1	2	3	4	5	6	7	8			
TM-Ertrag	kg/ha	7.509 <sup>b</sup>	8.109 <sup>b</sup>	10.879 <sup>a</sup>	9.536 <sup>a</sup>	7.977 <sup>b</sup>	7.932 <sup>b</sup>	7.942 <sup>b</sup>	5.641 <sup>c</sup>	287	<0,0001	703
XP-Ertrag	kg/ha	1.518 <sup>bc</sup>	1.450 <sup>c</sup>	2.258 <sup>a</sup>	1.796 <sup>b</sup>	1.442 <sup>c</sup>	1.349 <sup>c</sup>	1.386 <sup>c</sup>	629 <sup>d</sup>	66	<0,0001	146

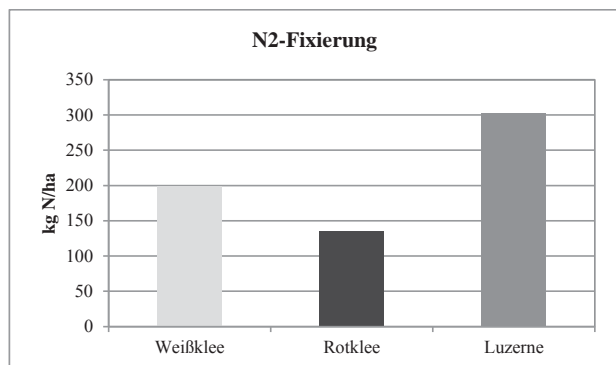


Abbildung 1: N-Fixierleistung der drei Futterleguminosen im Jahr 2009

futtermittel auf Gemischtbetrieben stellt die biologische Stickstofffixierung ein Kernelement der langfristigen Sicherung der Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit von Ackerböden dar. Hier erreichte die Luzerne mit 302 kg N/ha den signifikant höchsten Wert im Gegensatz zu Weißklee mit 199 kg N/ha und Rotklee mit 136 kg N/ha, die sich nicht weiter von einander unterschieden (siehe Abbildung 1).

Diese errechneten N<sub>2</sub>-Fixierungsleistungen entsprechen den in der Literatur (Freyer, Pietsch, Hrbek, & Winter, 2005) angegebenen Werten. Der sehr geringe Wert des Rotklees kann auf den starken Rückgang des Deckungsgrades im zweiten Hauptnutzungsjahr 2009 zurückgeführt werden. Trotzdem sticht die N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Luzerne mit 302 kg N/ha und Jahr, an dem typischen Rotkleestandort, heraus. Der Einbruch des Rotklees und die damit verbundene geringere N<sub>2</sub>-Fixierung lässt auch Rückschlüsse auf den geringen TM-Ertrag der 3-Komponenten Kleeegrasmischungen (Varianten 5-7, siehe Tabelle 2) zu. Diese Mischungen hatten lediglich Rotklee als Leguminose und unterschieden sich dadurch von der Standardmischung (Variante 4), die auch Weißklee als Leguminosenpartner beinhaltet. Der Weißklee dürfte den abnehmenden Anteil an Rotklee kompensiert haben und durch eine bessere Bereitstellung des fixierten Stickstoffes die Gräser gefördert haben und so für den höheren Ertrag mitverantwortlich sein.

Die N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Luzerne auf diesem Versuchstandort befindet sich im Mittelfeld, im Vergleich zu Untersuchungen im pannonischen Klimagebiet Ostösterreichs (Freyer, Pietsch, Friedel, Starz, Kikuta, et al., 2006) und dem bayrischen Alpenvorland (Braun et al., 2009).

### Nachfrucht Winterweizen

Damit die Fruchtfolgewardung der Reinsaat und der Kleeegrasmischungen überprüft werden konnte, erfolgte im Herbst 2009 der Anbau von Winterweizen der Sorte Capo auf allen Parzellen. Mit der Ernte Anfang August 2010 wurde der Kornertrag erhoben und hier zeigte die Weißkleereinsaat (Variante 1) den numerisch höchsten Ertrag mit

6.995 kg/ha (siehe Tabelle 10). Dieser Ertrag ist für diesen Standort als sehr hoch einzustufen. Im Jahr 2013 wurde auf demselben Standort ein Winterweizen-Sortenversuch durchgeführt und auch wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 6.100 kg/ha nach Luzernegras erreicht. Den numerisch geringsten Ertrag mit 5.178 kg/ha erreichte der Winterweizen nach dem zweijährigen, ungedüngten Bastardraygras (Variante 8).

Auch im Vergleich zu anderen Untersuchungen (Dreymann, Loges, & Taube, 2003) können die Korn- und Eiweißträge nach den Leguminosenreinsaat bzw. der Kleeegrasmischungen als hoch eingestuft werden. Der Rohproteingehalt zeigte keinen Einfluss der Vorfrucht und unterschied sich zwischen den 8 Varianten nicht.

Da der Weißklee keine Pfahlwurzel, wie Rotklee und Luzerne besitzt, sondern feine Büschelwurzeln, können diese leichter von den Bodenlebewesen umgesetzt werden. Dabei werden die Stoffe rascher der Folgefrucht zur Verfügung gestellt. Dies trifft beim Weißklee auch auf die oberirdischen Pflanzenreste zu. Luzerne und Rotklee besitzen im Gegenzug stärker verholzte Pfahlwurzeln, die von den Bodenlebewesen über einen längeren Zeitraum aufgeschlossen werden. Dadurch können die Nährstoffe von diesen Leguminosen den Folgefrüchten im zweiten und dritten Nachnutzungsjahr zur Verfügung gestellt werden (Freyer, 2003; Freyer et al., 2005).

### Schlussfolgerungen

Diese Untersuchung konnte die wichtige Stellung eines zweijährigen Kleeegrasanbaues in einer Bio-Fruchtfolge bestätigen. Erstaunlich war das sehr gute Abschneiden der Luzerne auf einem typischen Rotkleestandort. Gegengleich entsprach die Entwicklung des Rotklees sowohl in der Reinsaat als auch im Gemenge nicht den Erwartungen. Der starke Einbruch im zweiten Hauptnutzungsjahr führte zu deutlich geringeren Erträgen und damit auch zu geringeren N<sub>2</sub>-Fixierungen. Aus diesem Grund sollte auch die Luzerne, zumindest als Mischungspartner, in niederschlagsreicheren Ackerbaugebieten Verwendung finden. In dieser Untersuchung konnten die besonderen Eigenschaften aller drei Haupt-Futterleguminosen in Mitteleuropa gezeigt werden. Für den praktischen Anbau in niederschlagsreicheren Ackerbauregionen sind daher Kleeegrasmischungen zu empfehlen, die alle drei Leguminosen, Weißklee, Rotklee und Luzerne, beinhalten. Dadurch kann jede Art ihre Stärken ausspielen und in der Kombination eine ideale Vorfrucht in einer guten Bio-Fruchtfolge sein.

### Literatur

Braun, Michaela, Schmidt, Harald, & Grundler, Thomas. (2009). Vergleich verschiedener Klee-Gras-Mischungen anhand der Wurzel- und Sprossleistung. Paper presented at the Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern; Öko-Landbau-Tag 2009, Freising-Weihenstephan. <http://orgprints.org/16204/>

Tabelle 3: Winterweizenerträge (bei 14 % Feuchte) der Sorte Capo im Folgejahr nach den Kleeegrasvarianten

Parameter	Einheit	Variante								SEM	p	s <sub>e</sub>
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Kornertrag	kg/ha	6.995 <sup>a</sup>	5.799 <sup>ab</sup>	6.066 <sup>ab</sup>	6.230 <sup>ab</sup>	5.415 <sup>b</sup>	5.638 <sup>ab</sup>	5.412 <sup>b</sup>	5.178 <sup>b</sup>	247	0,0186	427
Rohproteingehalt	g/kg	124 <sup>a</sup>	114 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	116 <sup>a</sup>	113 <sup>a</sup>	114 <sup>a</sup>	115 <sup>a</sup>	2	0,1112	4
XP-Ertrag Korn	kg/ha	872 <sup>a</sup>	665 <sup>ab</sup>	713 <sup>ab</sup>	735 <sup>ab</sup>	632 <sup>b</sup>	638 <sup>b</sup>	618 <sup>b</sup>	589 <sup>b</sup>	37	0,0148	64

- Dreyman, S, Loges, R, & Taube, F. (2003). Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. Paper presented at the Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften.
- Freyer, Bernhard. (2003). Fruchtfolgen - konventionell, integriert, biologisch. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Friedel, Jürgen, Starz, Walter, Kikuta, Silvia, Loiskandl, Willibald, & Starauss-Sieberth, Alexandra. (2006). Biological Nitrogen Fixation of different Legume Species under Water Stress – BIOfix Project (pp. 54). Wien: Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Friedel, Jürgen, Starz, Walter, & Wagentristl, Helmut. (2006). Innovationsprojekt „Saatgut für den Biologischen Landbau – Österreichische Biosortenzüchtung“ – Eigenschaften von Luzernesorten. Abschlussbericht (pp. 41). Wien: Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau.
- Freyer, Bernhard, Pietsch, Gabriele, Hrbek, Regina, & Winter, Silvia. (2005). Futter- und Körnerleguminosen im biologischen Landbau (pp. 176). Leopoldsdorf: avBUCH.
- Hauser, Stefan. (1987). Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. (Dr. Dissertation), Georg-August-Universität, Göttingen.
- Hof, Claudia, & Rauber, Rolf. (2003). Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. In G.-A.-U. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (Ed.). Göttingen: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- Loges, Ralf, Kornher, Alois, & Taube, Friedhelm. (1998). Ertrag, Futterqualität und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. Paper presented at the 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Gießen.

# Auswirkungen unterschiedlicher Luzernenutzung auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Winterweizen - Ergebnisse aus dem Langzeitversuch MUBIL

Andreas Surböck<sup>1,2\*</sup>, Markus Heinzinger<sup>1,2</sup>, Agnes Schweinzer<sup>1</sup>, Jürgen K. Friedel<sup>1</sup> und Bernhard Freyer<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Langzeituntersuchung MUBIL werden drei Düngungssysteme viehloser und viehhaltender Bewirtschaftung an Hand einer Fruchtfolge in einem biologisch bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb im Marchfeld in Ostösterreich untersucht. Die Düngungssysteme sind: DV1: nur Gründüngung (GD) mittels Luzernemulch; DV 2: GD + Biotonnekompost zugeführt; DV 3: Luzerne (Futter) und Stroh (Einstreu) abgeführt, Stallmist zugeführt. Für diesen Beitrag wurden die Auswirkungen des Mulchens der zweijährigen Luzerne und Belassen des gesamten Aufwuchses als Gründüngung am Feld im Vergleich zur Schnittnutzung und Abfuhr der Luzerne auf die Nachfrucht Winterweizen aus sechs Jahren ausgewertet.

Die Nutzungsform der Luzerne hatte keinen Einfluss auf die Entwicklung der Luzernebestände, gemessen über den Trockenmasse- und Stickstofftrag der oberirdischen Biomasse. Der Winterweizen der DV 1 nach Luzerne mit Mulchnutzung erreichte annähernd gleich hohe Erträge wie in DV 2 (Luzernemulch + Biotonnekompost). In DV 3 wurde hingegen statistisch gesichert um 13 % weniger Weizen geerntet, was in erster Linie auf den hohen Stickstoffexport (239 kg N/ha/Luzernejahr) über die Luzerneabfuhr zurückgeführt wird. Auch der Rohproteingehalt im Weizen der DV 3 lag mit 13,7 % signifikant unter den Werten der DV 1 und DV 2 mit jeweils 14,4 %. Zu beachten ist, dass die schnittgenutzte Luzerne in viehhaltenden Betrieben einen flexibel einsetzbaren organischen Dünger liefert, mit dem Stickstoff und organische Substanz wieder auf die Flächen rückgeführt werden.

*Schlagwörter:* Vorfruchtwirkung, Futterleguminosen, Weizenanbau, Gründüngung

## Summary

Within the long-term field experiment MUBIL, the effects of three organic fertilisation systems (variant 1: green manure by mulching lucerne; variant 2: green manure plus communal compost; variant 3: removal of lucerne crop and cereal straw plus farmyard manure) have been studied with the same crop rotation in an organically managed farm in the Marchfeld region in eastern Austria. The fertilisation systems differ in the utilisation of lucerne and the application of organic fertilizers. The effects of mulching the two-year lucerne and leaving the whole biomass as green manure on the field compared to mowing of lucerne and removing the biomass on the following crop winter wheat were evaluated with data from six experiment years.

The lucerne management did not affect their development, measured by the dry matter and nitrogen yield of the above ground biomass. In variant 3, compared to variants 1 and 2, lucerne was removed, resulting in a significant lower wheat grain yield of 13 %, which is attributed to the high nitrogen export via the removal of lucerne as green fodder. Also the crude protein content in wheat grains was significantly lower in variant 3 than that in variants 1 and 2, but with both utilisation systems of lucerne high protein levels were achieved. It should be noted that cutting of lucerne in farms with livestock husbandry provides a flexible usable organic fertilizer by which nitrogen and organic matter are returned to the fields.

*Keywords:* pre-ceding crop effect, fodder legumes, wheat cultivation, green manure

## Einleitung

Winterweizen ist die bedeutendste Getreideart und eine der wichtigsten Marktfrüchte im Biolandbau. Im Jahr 2013 waren österreichweit 34 % der gesamten biologischen Getreideanbaufläche mit Weizen angesät (BMLFUW 2014). Weizen stellt hohe Ansprüche an den Boden und die Wasserversorgung und hat einen hohen Stickstoffbedarf. Die Wirt-

schaftlichkeit des Qualitätsweizenbaus ist wesentlich von der Ertragsleistung und der Höhe des Rohproteingehaltes abhängig, da die Erzeugerpreise nach den Proteingehalten differenziert sind. Zur Deckung seines Stickstoffbedarfs wird Weizen daher häufig nach Futterleguminosen, in Ostösterreich meist nach Luzerne, gestellt.

Die Stickstoffversorgung des Weizens über die Luzerne

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich, A-1010 Wien

\* Ansprechpartner: DI Andreas Surböck, [andreas.surböck@boku.ac.at](mailto:andreas.surböck@boku.ac.at)

hängt vor allem von ihrer Anbaudauer, der Entwicklung des Bestandes, ihrer Stickstoffbindungsleistung und der Nutzungsform des Aufwuchses ab.

Bei Mulchnutzung wird der Luzerneaufwuchs gehäckselt und bleibt als Gründünger am Feld, während bei Schnittnutzung die Luzerne geschnitten und das Erntegut sowie die darin enthaltenen Nährstoffe abgefahren werden. In viehhaltenden Betrieben erhält man über die schnittgenutzte Luzerne und ihre Verfütterung in der Tierhaltung einen organischen Dünger, der eine flexible Verteilung organischer Masse und Nährstoffe in der Fruchtfolge ermöglicht. Zu beachten ist dabei, dass auch in viehlosen Betrieben die Luzerne bzw. das Luzernegras häufig entweder geerntet und verkauft, oder über Futter-Mist Kooperationen, der Nutzung in Agrogasanlagen oder als Mulchauflage in anderen Kulturen als flexibler Dünger im Betriebskreislauf gehalten wird.

Im Rahmen des Langzeitversuchs MUBIL werden drei Düngungssysteme viehloser und viehhaltender Bewirtschaftung an Hand einer Fruchtfolge in einem biologisch bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb im Osten Österreichs untersucht. Mit der Untersuchung sollen Erkenntnisse über alternative Verfahren des organischen Düngermanagements und deren kurz- und langfristigen Wirkungen auf Bodenparameter und den Ertrag in biologischen Ackerbaubetrieben gewonnen werden. Darüber hinaus können pflanzenbauliche Detailfragen, wie die Auswirkungen unterschiedlicher Luzernenutzung auf den Luzerneertrag und den Ertrag und die Qualität des nachfolgenden Winterweizens, geklärt werden.

## Material und Methoden

Der Untersuchungsbetrieb liegt in Rutzendorf im Marchfeld im östlichen Niederösterreich (154 m NN, 520 mm, 9,8 °C) und ist ein Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH. Die Böden im Bereich des Betriebes sind Tschernoseme (Schwarzerden) der Bodenart lehmiger Schluff bis Lehm (Corg, Oberboden: 1,9 %). Die drei Düngungssysteme bzw. -varianten (DV) werden in acht Kleinparzellenversuchen (randomisierte komplette Blockanlagen mit vier Wiederholungen) auf jedem Schlag der achtfeldrigen Fruchtfolge geprüft. Die Fruchtfolge ist mit einer zweijährigen Luzerne und den nachfolgenden Marktfrüchten Winterweizen, Körnermais, Sommergerste, Körnererbse, Winterweizen und Winterroggen, sowie Zwischenfrüchten in drei von acht Jahren, in allen Varianten

**Tabelle 1: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne (Ertrag aus zwei- bis dreimal Mulchen bzw. Schneiden pro Jahr, Mittel der Jahre 2007 bis 2013)**

Luzernejahr:	Luzernejahr 1 (2007-12)		Luzernejahr 2 (2008-13)	
	Düngungsvariante/ Luzernenutzung	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha	TM-Ertrag, dt/ha
DV 1: Mulchnutzung	55,6 <sup>ab</sup>	175,3 <sup>a</sup>	104,8 <sup>a</sup>	308,2 <sup>a</sup>
DV 2: Mulchnutzung	57,7 <sup>a</sup>	185,3 <sup>a</sup>	108,8 <sup>a</sup>	321,2 <sup>a</sup>
DV 3: Schnittnutzung	54,4 <sup>b</sup>	173,3 <sup>a</sup>	106,0 <sup>a</sup>	305,5 <sup>a</sup>
Mittel	55,9	178,0	106,5	311,6

DV 1: nur Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; Mulchnutzung: Mulchen und Belassen der oberirdischen Biomasse als Gründüngung am Feld. Schnitt- bzw. Futternutzung: Schnitt und Abfuhr der oberirdischen Biomasse als Grünfütter vom Feld.

N-Ertrag: ausschließlich oberirdisch; die unterirdische Biomasse und deren N-Ertrag sind nicht untersucht worden.

Mittelwerte einer Spalte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: P<0,05).

gleich.

DV 1 entspricht einem viehlosen Ackerbaubetrieb, die Luzerne wird gemulcht und als Gründüngung genutzt. In DV 2 wird zusätzlich zur Gründüngung mittels Luzernemulch Biotonnenkompost äquivalent dem Phosphor-Entzug der Marktfrüchte zugeführt. In DV 3 wird ein viehhaltendes System in Orientierung an einen Rinderbestand mit 0,5 GVE/ha über die Abfuhr von Luzerne und Stroh und Zufuhr von Rindermist simuliert. Die Düngung mit Biotonnenkompost (im Mittel 18 t FM/ha je Düngergabe) und Rindermist (im Mittel 19 t FM/ha je Düngergabe) erfolgt zweimal innerhalb einer Fruchtfolgerotation zu Körnermais und zu Winterweizen nach Körnererbse.

Die Bestimmung der Stickstoffgehalte im Luzerneaufwuchs und im Weizenkorn erfolgte mittels CN-Analyser (Elementaranalysator). Der Stickstoffertrag wurde aus den TM-Erträgen und den N-Gehalten der Luzerne berechnet. Über den Stickstoffgehalt des Weizens wurde der Rohproteingehalt berechnet. Zusätzlich wurden im Winterweizen die Ertragskomponenten Bestandesdichte und Tausendkorngewicht erhoben. Ertragsunterschiede von Luzerne und Winterweizen zwischen den Düngungssystemen wurden zusammengefasst über sechs Jahr in einem Allgemeinen Linearen Modell mit univariater Varianzanalyse mit der Düngungsvariante als fixem Faktor und dem Jahr und der Wiederholung als zufällige Faktoren abgesichert (Tukey-Test, P<0,05, IBM SPSS Statistics 21).

## Ergebnisse und Diskussion

### Luzernenutzung

Die Luzerne wird in Blanksaat im Sommer nach der Getreideernte angesät und steht über zwei Hauptnutzungsjahre. Im ersten Jahr muss sich der Luzernebestand erst etablieren. In vier der sechs Jahre wurde aufgrund ungünstiger Luzerneentwicklung und hoher Beikrautkonkurrenz ein früher Schröpfungsschnitt durchgeführt, wodurch die geringeren Erträge im ersten Luzernejahr zu erklären sind. Im ersten Luzernejahr wies die DV 2 im Vergleich zur DV 3 einen signifikant höheren Trockenmasseertrag auf, im zweiten Luzernejahr wurden keine signifikanten Unterschiede im TM-Ertrag zwischen Schnittnutzung und Abfuhr der Luzerne (DV 3) und reiner Mulchnutzung der Luzerne (DV 1 und DV 2) festgestellt (Tabelle 1). In beiden Luzernejahren traten keine Unterschiede im N-Ertrag zwischen den Düngungssystemen auf. Die mittleren Erträge über beide

**Tabelle 2: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen nach Luzerne der Jahre 2009 bis 2014 in Abhängigkeit der Luzernenutzung**

Parameter:	Kornertrag	Rohprotein	Bestandesdichte	TKG
Düngungsvariante/ Luzernenutzung	dt/ha, 86 % TM	%	Pflanzen/m <sup>2</sup>	g, 86% TM
DV 1: Mulchnutzung	46,1 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	363 <sup>a</sup>	38,3 <sup>a</sup>
DV 2: Mulchnutzung	46,4 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	362 <sup>a</sup>	38,4 <sup>a</sup>
DV 3: Schnittnutzung	40,2 <sup>b</sup>	13,7 <sup>b</sup>	318 <sup>b</sup>	37,7 <sup>a</sup>
Mittel	44,2	14,2	348	38,1

DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist

Mittelwerte einer Spalte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).

Luzernejahre und über alle Düngungssysteme betragen 81 dt/ha/Jahr oberirdische Luzernebiomasse mit 245 kg Stickstoff ha/Jahr. Die Auswertung über beide Luzernejahre zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungssystemen.

Bei hoher Biomasseproduktion und feuchten Klimabedingungen (Kiel, Deutschland, NS: 750 mm/Jahr) kann die Stickstoffbindungsleistung von mulchgenutzter Luzerne gegenüber der Schnittnutzung (Abfuhr) deutlich abnehmen (Loges et al. 1999), da unter diesen Klimabedingungen die gehäckselte Luzerne rasch mineralisiert, wodurch sich der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden erhöht und dieser bevorzugt von der Luzerne aufgenommen wird. Im Trockengebiet gelten die geringen Niederschläge als begrenzender Faktor für die Stickstoffmineralisation aus dem Luzernemulch. Bei Versuchen im Marchfeld (Jahre 2000/2001, 81 dt/ha mittleres Ertragsniveau) wurden in weitgehender Übereinstimmung mit den Ergebnissen dieser Untersuchung keine Unterschiede im Trockenmasseertrag und der Stickstoffbindungsleistung der Luzerne zwischen Mulch- und Schnittnutzung festgestellt (Pietsch et al. 2007).

### Winterweizen – Ertrag und Qualität

Die Winterweizen der DV 1 und DV 2 mit Mulchnutzung der Luzerne erreichten ein gleiches Ertragsniveau. Bei der DV 3 mit Luzerneabfuhr wurde hingegen statistisch gesichert im Mittel um 589 kg/ha bzw. 13% weniger Weizen geerntet (Tabelle 2). Die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Düngungssystem und Jahr war nicht signifikant, was besagt, dass die Unterschiede im Winterweizenertrag in Abhängigkeit der Luzernenutzung in den einzelnen Prüfjahren annähernd gleich waren. Der Einfluss der Luzernenutzung zeigte sich auch bei den Ertragskomponenten Bestandesdichte und Tausendkorngewicht (TKG) mit geringeren Werten in der DV 3, wobei nur die Differenz bei der Bestandesdichte statistisch gesichert war. Wie beim Ertrag lag der mittlere Proteingehalt der DV 3 signifikant unter den Werten der DV 1 und der DV 2. Die Proteingehalte waren jedoch in allen Düngungssystemen hoch und lagen im Mittel deutlich über dem Mindestwert für Bioqualitätsweizen von 12 %. Nur in der DV 3 im Jahr 2011 konnte bei hohem Kornertrag dieser Wert knapp nicht erreicht werden.

Die Ertragsreduktion und die geringeren Proteingehalte in der DV 3 sind auf die hohe Abfuhr von Stickstoff über den Luzerneaufwuchs bei Schnittnutzung zurückzuführen. Zu bedenken ist, dass die Luzerne im Versuch als Grünfütter mit geringen Werbungs- und damit auch Stickstoffverlusten geerntet wurde. Nach Stein-Bachinger et al. (2004)

liegen die Werbungsverluste in Abhängigkeit der Art der Futterwerbung bei Grünfütter bei 5-10 %, bei Anwelksilage bei 15-30 % und bei Heu in Bodentrocknung bei 25-50 %. Bei Luzernebeständen bestehen die Bröckelverluste vor allem aus den stickstoffreichen Luzerneblättern. Die Düngungssysteme werden im Projekt neben den Kleinparzellenversuchen auch in einfacher Wiederholung auf den Großflächen geprüft. Die Luzerneabfuhr in DV 3 erfolgte dabei maschinell als Heu nach Bodentrocknung. Aufgrund der höheren Ernteverluste waren die Luzerneerträge und die Stickstoffabfuhr daher deutlich geringer (50 dt/ha/Jahr Luzernetrockenmasse mit 98 kg Stickstoff je ha/Jahr). Die Ertragsminderung der DV 3 gegenüber der DV 1 und DV 2 lag somit nur bei 6 %.

Bei Versuchen im Marchfeld in den Jahren 2001 bis 2003 zeigte eine Schnitt- gegenüber Mulchnutzung von nur einjähriger Luzerne unter anhaltend trockenen Bedingungen keine negativen Auswirkungen auf Ertrag und Proteingehalt von nachfolgendem Winterweizen (de Kruijff et al. 2008). Der Ertrag und Proteingehalt der zweiten Folgefrucht Winterroggen war jedoch bei Schnittnutzung verringert.

### Schlussfolgerungen

Bei hoher Stickstoffabfuhr über die Schnittnutzung der Luzerne werden der Ertrag und der Proteingehalt der Nachfrucht Winterweizen deutlich verringert. Wird nur die nachfolgende Kultur berücksichtigt, kann in Trockengebieten eine reine Mulchnutzung der Luzerne empfohlen werden. Bei Trockenheit sind die N-Verluste aus dem Mulchmaterial gering, die N-Bindungsleistung wird nur wenig reduziert und der Mulchstickstoff verbleibt überwiegend im Boden, wo er zum Aufbau von organischer Bodensubstanz beiträgt.

Unter der Einbeziehung der zweiten Folgekultur sowie der gesamten Fruchtfolge sind die Ergebnisse neu zu interpretieren. Unter diesem Aspekt scheint eine Optimierung der Verteilung des Luzerneaufwuchs und der darin enthaltenen hohen Stickstoffmengen sinnvoll, mit dem Ziel den Gesamtertrag zu steigern und die Stickstoffausnutzung zu erhöhen. Da die Abfuhr von Nährstoffen mit der Luzerne jedoch bereits auf die ersten Folgefrüchte der Luzerne Einfluss hat, sollte diese Umverteilung behutsam mit einer Kombination aus Mulchnutzung und Schnittnutzung mit Abfuhr der Luzerne erfolgen. Für viehlose Betriebe bieten sich Mischnutzungssysteme an, in dem z.B. der erste ertragreiche Schnitt abgefahren und die weiteren Luzerneaufwüchse gemulcht werden. Die Rückführung in die Fruchtfolge über organische Dünger kann z.B. über Futter-Mist Kooperationen, über Luzerne-Kompost oder



Agrogasülle erfolgen, wobei die Auswirkungen und der Aufwand der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Luzerne innerhalb der Fruchtfolge weiter geprüft werden sollten. Ein Verkauf aller Luzerneschnitte ohne Ausgleich über organische Dünger ist aufgrund der negativen Auswirkungen auf die Nährstoff- und Humusversorgung der Böden auszuschließen.

## Danksagung

Wie danken dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, den Bundesländern und der Europäischen Union für die finanzielle Unterstützung des Projektes MUBIL ([www.mubil.boku.ac.at](http://www.mubil.boku.ac.at)).

## Literatur

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Grüner Bericht 2014. Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 55. Auflage, Wien 2014.
- De Kruijff, R., Pietsch, G., Freyer, B., Friedel, J.K. (2008): Pre-crop effects of alfalfa management systems on inorganic soil nitrogen and cereals in organic farming under pannonian site conditions. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171, 1-4.
- Dreyman, S.; Loges, R. und Taube, F. (2003) Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. In: Kauter, D.; Kämpf, A.; Claupein, W. und Diepenbrock, W. (Hrsg.) *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Verlag Günter Heimbach Stuttgart, 15, S. 83-86.
- Loges, R., Kaske, A. and Taube, F. (1999): Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. In: Olesen, J.E., Eltun, R., Gooding, M.J., Jensen, E.S. and Köpke, U. (Eds.): *Designing and testing crop rotations for organic farming*. DARCOF Report Nr. 1, 181-190. Lehrstuhl für Grünland und ökologischen Landbau, Universität Kiel.
- Pietsch, G., Friedel, J. K. and Freyer, B. (2007): Lucerne management in an organic farming system under dry site conditions. *Field Crops Research* 102, 104-118.
- Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. und Schmitt, L. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. Ein Handbuch für Beratung und Praxis. KTBL-Schrift 423.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.

# Wintergetreide im alpinen Klimagebiet: Welche Erträge sind möglich?

Waltraud Hein<sup>1\*</sup> und Hermann Waschl<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Am Standort Trautenfels der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden von der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere seit dem Jahr 2007 jährlich Versuche mit unterschiedlichen Wintergetreidearten durchgeführt, wobei die Anbaueignung verschiedener Sorten geprüft wurde. Es standen sowohl Roggen, Triticale, Winterweizen als auch Dinkel im Versuch. Trotz immer wieder auftretenden schwierigen Witterungsbedingungen konnten im Schnitt gute bis sehr gute Kornerträge erzielt werden, wobei in dieser Auswertung Sorten erst ab 3 Jahren Versuchsdauer berücksichtigt wurden.

Die mittleren Kornerträge bei Triticale liegen bei 60 dt/ha, jene von Weizen bei 50 dt/ha – dabei stehen im Sortiment sowohl Qualitäts-, Mahl- aber auch Futterweizensorten. Dazu können noch rund 50 dt/ha Stroh pro Sorte gerechnet werden. Beim Roggen werden nur Populationsorten angebaut, hier beträgt das langjährige Mittel 45 dt/ha. Beim Dinkel wird der Kernertrag angegeben, das ist der entspelzte Nettoertrag, der erreicht nur rund 25 dt/ha, wobei da schon 30% an Spelzen im Gegensatz zum Kornertrag weggefallen sind. Was die Zusammensetzung des jeweiligen Sortenspektrums betrifft, wurden sowohl Sorten aus der österreichischen Sortenliste verwendet als auch Sorten aus der Schweiz oder Deutschland, die speziell für den Biolandbau gezüchtet wurden.

**Schlagwörter:** Winterroggen (*Secale cereale*), Wintertriticale, Winterweizen (*Triticum aestivum*), Winterdinkel (*Triticum aestivum subsp. spelta*), alpine Lagen, Kornerträge

## Summary

The department for Organic Arable Farming of the Institute for Organic Farming and Biodiversity of the AREC Raumberg-Gumpenstein carried out field trials with different varieties of several winter cereals since 2007 to test the adaptability to the inner-alpine climate. Many varieties of winter-rye, winter-triticale, winter-wheat and winter-spelt were tested. Although the weather conditions were varying from year to year the corn-yield were high on average, sometimes very high. Varieties which were tested less than three years are not included in this evaluation.

The average grain yield of triticale was about 60 dt/ha, that of wheat was about 50 dt/ha - the range of varieties included quality-wheat, flour-wheat and fodder wheat. Additionally there can be expected about 50 dt/ha straw by each variety. The rye-varieties all come from traditional breeding, there are no hybrids tested at our location. The average grain yield is about 45 dt/ha. Spelt is harvested with husks, they represent about 30 % of yield. In these results the yield of kernels is shown, that is about 25 dt/ha. The range of varieties put together from varieties registered in the Austrian Recommended Variety list of the Austrian Plant Variety Office and varieties from Germany or Switzerland which are specially bred for organic farming.

**Keywords:** Winter-rye (*Secale cereale*), Winter-Triticale, Winter-wheat (*Triticum aestivum*), Winter-spelt (*Triticum aestivum subsp. spelta*), alpine region, grain yield

## Einleitung

Der Anbau von Getreide ist im alpinen Klimagebiet sehr wohl möglich, aber nach dem 2. Weltkrieg verschwanden die Getreideflächen aus wirtschaftlichen Gründen im Bergland immer mehr. In manchen Regionen, wie im Lungau dient der Getreidebau der Fruchtfolgegestaltung für die Betriebe mit Kartoffelvermehrung, aber sonst beschränkt sich der Ackerbau in alpinen Lagen auf den Silomais.

Die Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität für Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein führt allerdings seit vielen Jahren Versuche mit verschiedenen Wintergetreidearten am Standort Moarhof bei Trautenfels durch und konnte dabei durch-

aus positive Erfahrungen sammeln. Über deren Ergebnisse wird im Folgenden berichtet.

Durch die im Zuge der Probleme mit dem Maiswurzelbohrer verordneten Fruchtfolgemaßnahmen werden möglicherweise in naher Zukunft auch in der Praxis wieder vermehrt Getreideflächen in alpinen Lagen zu finden sein.

## Material und Methoden

Die Versuche wurden am Standort Moarhof bei Trautenfels im steirischen Ennstal durchgeführt. Seit dem Jahr 2007 werden jährlich Versuche mit unterschiedlichen Winterroggen-, Wintertriticale-, Winterweizen- und Dinkelsorten durchgeführt. Hierbei werden sowohl Erhebungen während

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

\* Ansprechpartner: DI Waltraud Hein, [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

der Vegetationszeit gemacht, was die Daten von Aufgang, Ährenschieben und Gelbreife betrifft sowie Beobachtungen bezüglich Krankheits- und Schädlingsbefall notiert, aber natürlich in erster Linie die Kornerträge festgestellt und Proben gezogen, um im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein den Wasser- und Rohproteingehalt der einzelnen Sorten analysieren zu können.

Bei passenden Bedingungen zum Drusch werden in manchen Jahren auch die Stroherträge ermittelt, weil es genau dazu nur ganz wenige Informationen gibt.

Vom Sortenspektrum werden auf der einen Seite Sorten verwendet, die in die Österreichische Sortenliste eingetragen sind, auf der anderen Seite werden aber auch ausländische Sorten angebaut, die nicht in der Österreichischen Sortenliste registriert sind, sehr wohl aber für den Biolandbau geeignet sind.

## Ergebnisse

Da das Sortenspektrum bei den einzelnen Getreidearten doch von Jahr zu Jahr variiert, können in Tabelle 1 nur jene Sorten präsentiert werden, welche mindestens 3 Jahre im Versuch standen.

Außerdem ist klar zu erkennen, dass bei Winterweizen das Sortenspektrum am größten ist, wobei hier sowohl Qualitäts-, Mahl- und auch Futterweizen angebaut werden.

Aus dieser Tabelle geht das durchschnittliche Ertragsniveau an diesem inneralpinen Standort hervor, wobei gerade jene Sorten, die mehrjährig geprüft wurden, sowohl günstige und als auch schlechtere Jahre für Getreide hatten. Generell kann gesagt werden, dass speziell Triticale günstige

Bedingungen im alpinen Klimagebiet vorfindet, weil die mittleren Kornerträge alle über 50 dt/ha liegen, einige davon sogar über 60 dt/ha und die Sorte Cosinus sogar mit 70 dt/ha auffällt. Das heißt aber, dass in einzelnen Jahren Ergebnisse erzielt werden, die weit über die hier angeführten Kornerträge hinausgehen, wie im Jahr 2015, wo die beste Sorte - Cosinus – 88 dt/Korn brachte. Selbst beim Weizen gibt es in dieser Tabelle nur eine einzige Sorte, die unter 40 dt/ha Kornertrag bleibt, alle anderen Qualitätsweizen außer Erla Kolben erreichen mindestens 45 dt/ha; die Futterweizen liegen über 50 dt/ha. Auch beim Weizen konnten im Jahr 2015 für den Standort extrem hohe Kornerträge erzielt werden; das Versuchsmittel betrug 64 dt/ha. Zusätzlich wurden noch die Stroherträge gewogen; zu den hohen Kornerträgen brachten sowohl die Triticale- als auch die Weizensorten noch rund 50 dt/ha Stroh.

Beim Roggen wurden nur Populationssorten geprüft, hier verändert sich das Sortenspektrum nicht so stark. Die ganz alten Sorten können ertraglich nicht mit den neueren mithalten, wie Tabelle 1 zeigt. Am besten schnitt die Sorte Dankowskie Diamant mit 57,6 dt/ha ab, hingegen ist die Sorte Protector nur als Grünschnittroggen eingetragen.

Bei den Dinkelsorten wird der Kernertag angegeben, das ist der Nettoertrag nach dem Entspelzen; die Spelzen machen rund 30 % aus. Das Sortenspektrum umfasst neben österreichischen auch Schweizer Sorten, wobei einige davon reine Dinkel sind, andere wiederum mit Weizen gekreuzt.

## Diskussion

Während es nur ganz wenige Informationen zum Getrei-

**Tabelle 1: Mittlere Kornerträge und Rohproteingehalte verschiedener Wintergetreidearten/sorten am Standort Trautenfels 2007-2015**

WINTERWEIZEN			WINTERTRITICALE			WINTERROGGEN		
Sorten	KOER (dt/ha)	RPG (g/kg TM)	Sorten	KOER (dt/ha)	RPG (g/kg TM)	Sorten	KOER (dt/ha)	RPG (g/kg TM)
CAPO (9)	47,09	136,5	PRESTO (9)	60,08	112,8	AMILO (9)	48,27	103,8
ERLA KOLBEN (9)	41,29	137,9	TRIAMANT (9)	67,34	107,9	CONDUCT (9)	47,43	106,8
XENOS (8)	48,36	123,8	MUNGIS (7)	66,08	101,2	EHO-KURZ (9)	43,19	110,6
ASTARDO (8)	52,67	138,6	KITARO (7)	56,77	116,3	ELECT (8)	47,10	106,5
STEFANUS (6)	49,35	139,6	TRISIDAN (6)	61,96	109,2	KIER (8)	46,41	104,8
SATURNUS (6)	45,49	147,1	AGOSTINO (5)	61,92	106,6	MARCELO (8)	47,53	105,0
WIWA (5)	47,90	137,0	TULUS (5)	66,01	101,8	OBBERKÄRNTNER (7)	35,05	129,6
SCARO (5)	50,95	128,7	COSINUS (4)	70,47	106,2	SCHLÄGLER (7)	43,12	114,5
ATARO (5)	52,51	129,7	SW TALENTRO (4)	52,98	116,3	DUKATO (6)	50,75	99,5
ANTONIUS (5)	50,38	141,7	TRIMMER (4)	61,33	110,9	ELEGO (6)	46,39	105,2
ESTEVAN (5)	39,51	145,1	TREMPIN (4)	57,61	109,8	NIKITA (5)	48,09	103,2
PIRENEO (5)	51,09	145,3	AGRANO (3)	58,73	118,0	PROTECTOR (4)	34,41	120,3
TENGRI (4)	48,89	137,7	EL PASO (3)	53,30	113,7	DANKOWSKIE DIAMANT (3)	57,62	105,9
MULAN (4)	59,74	117,5	MADILO (3)	59,33	117,9			
LUDWIG (4)	58,48	115,8	PASSUS (3)	56,89	101,7			
EXKLUSIV (4)	46,64	151,5	POLEGO (3)	51,05	114,2	WINTERDINKEL		
TENGRI (3)	51,06	134,8				Sorten	KEER (dt/ha)	RPG (g/kg TM)
ASZITA (3)	53,21	143,8				EBNERS ROTKORN (9)	23,87	136,1
LUKULLUS (3)	48,12	124,0				OSTRO (9)	24,14	138,3
AVENIR (3)	51,64	123,2				TITAN (9)	27,22	134,1
DONNATO (3)	46,84	125,4				SAMIR (8)	28,65	117,7
BITOP (3)	52,63	145,8				TAURO (8)	21,53	143,0
BLASIUS (3)	55,09	141,8				ALKOR (7)	27,46	124,2
PHILIPP (3)	48,31	133,7				ZÜRCHER OBERLÄNDER (4)	28,14	119,4
ALTOS (3)	53,11	124,1				ATTERGAUER DINKEL (3)	27,30	124,4
						ROTTER STEINERS TIROLER (3)	22,47	136,8

deanbau in alpinen Lagen generell und noch weniger zum Wintergetreideanbau dort gibt, ist der Verein für alpine Kulturpflanzen in Graubünden die einzige Institution, die sich mit diesem Thema wissenschaftlich beschäftigt. So hat SCHILPEROORD (2012) seine Erfahrungen zum Wintergetreideanbau dargelegt, wobei er seine Versuche allerdings in einer Seehöhe von fast 1200 m und höher durchführt. Daher sind seine Ergebnisse nicht direkt mit jenen vom Standort Trautenfels vergleichbar, weil er sehr oft die Wintergetreidearten wegen totaler Auswinterung nicht bis ins Frühjahr bringt. Dieses Problem ist zwar grundsätzlich auch im mittleren Ennstal gegeben, aber in den meisten Jahren kann das Getreide selbst bei Schäden durch Schneeschimmel, wie es auch im zeitigen Frühjahr

2015 der Fall war, durch kräftige Bestockung trotzdem sehr hohe Kornträge erzielen. Schwierig ist es nur, wenn die geschlossene Schneedecke mehr als 100 Tage auf der Winterung liegt oder wenn die Schneedecke schon im Spätwinter abtaut und anschließend tägliche Fröste das Getreide auffrieren lassen. Grundsätzlich stellt der Wintergetreideanbau im alpinen Klimagebiet in durchschnittlichen Jahren kein Problem dar und führt auch zu guten Korn- und Stroherträgen.

## Literatur

SCHILPEROORD, P. (2012): Erfahrungen im Bergackerbau. 5. überarbeitete Version, Eigenverlag. Unter [http://www.berggetreide.ch/Archiv/Erfahrungen\\_20%im\\_20%Bergackerbau.pdf](http://www.berggetreide.ch/Archiv/Erfahrungen_20%im_20%Bergackerbau.pdf). Abruf vom 25.09.2015



# Lachgasflüsse im Winterweizenanbau – Einfluss von Soja vs. Raps als Vorfrucht bei biologischer gegenüber konventioneller Bewirtschaftung

Florian Egger<sup>1\*</sup>, Colin Skinner<sup>1</sup>, Hans-Martin Krause<sup>1</sup>, Paul Mäder<sup>1</sup> und Andreas Gattinger<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

N<sub>2</sub>O Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden sind die weltweit grösste Quelle für landwirtschaftliche Treibhausgase. Im Ackerbau sind vor allem die Form und Menge des Stickstoffeintrags und die Bewirtschaftungsmassnahmen die Steuergrössen für N<sub>2</sub>O Emissionen. Diese Studie untersuchte den Einfluss von biologischem und konventionellem Anbau sowie Soja und Raps als Vorfrüchte auf die Lachgasflüsse beim Winterweizenanbau zwischen Ernte der Vorkultur bis Ernte des Winterweizens. Nachweisbare Unterschiede hinsichtlich der Vorfrüchte ergaben sich im zeitlichen Verlauf der Lachgasemissionen. Jedoch resultierten die über den gesamten Untersuchungszeitraum flächenskalierten kumulierten N<sub>2</sub>O Emissionen in keinem wesentlichen Unterschied zwischen den Anbausystemen. Bezogen auf die Zeitspanne zwischen Aussaat und Ernte waren die kumulierten N<sub>2</sub>O Emissionen im biologischen Anbausystem mit Vorfrucht Raps um 30% geringer als im konventionellen System. In dieser Hinsicht ist der Betrachtungszeitraum ein wichtiger Faktor sowohl für die vergleichende Beurteilung der Klimawirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme als auch um Verbesserungspotentiale hinsichtlich einer guten fachlichen Praxis zu erkennen.

*Schlagwörter:* Klimawandel, Ackerbau, Treibhausgas, Biologische Landwirtschaft

## Summary

N<sub>2</sub>O Emissions from agricultural soils are the worldwide biggest source of greenhouse gases derived from the agricultural sector. Form and amount of N inputs and agronomical practices are the main drivers of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions in crop production. This study examined the effect of organic and conventional farming systems and different pre crops on N<sub>2</sub>O emissions during winter wheat cultivation. Measurements covered the whole time-span from harvest of the pre crop until harvest of researched winter wheat. Patterns of nitrous oxide emissions over time showed distinct differences between the pre-crops. However we found no substantial differences between the farming systems in area-scaled over the whole time span cumulated N<sub>2</sub>O emissions. However, just considering the time span from seeding to harvest, cumulated N<sub>2</sub>O emissions in the organic treatment with oilseed rape were 30% lower compared to the conventional system. The observation period is of significant importance for comparative evaluation of different cropping systems concerning their climate impact.

*Keywords:* Climate change, Crop production, Greenhouse gas, Organic farming

## Einleitung

Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist ein stark wirksames Treibhausgas (THG) mit einem 298-mal stärkeren Potential als Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) (Pachauri et. al., 2014). Die Landwirtschaft trägt global mit 13.5% an den gesamten Treibhausgasemissionen bei (Barker, 2007), vergleichbar mit den Emissionen aus dem Transportsektor. Innerhalb des landwirtschaftlichen Sektors zählt der Boden mit 40 % Anteil an den Emissionen als grösste Quelle für THG, primär als N<sub>2</sub>O (Smith et al. 2007, Niggli et al 2008). Stickstoffeinträge in den Boden in Form von Dünger, Leguminosen und Ernterückständen spielen dabei eine wichtige Rolle (Skinner et. al, 2014). In dieser Hinsicht setzt die biologische Landwirtschaft auf die Bodenqualität und geschlossene Kreisläufe als Hebel zur Pflanzenernährung, wohingegen in der konventionellen Landwirtschaft der Nährstoffbedarf über synthetische Dünger bereitgestellt wird. Das Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von biologischen und konventionellen

Anbausystemen mit unterschiedlichen Vorfrüchten auf die Lachgasemissionen bei Winterweizen zu untersuchen. Wir präsentieren hier die Ergebnisse aus Feldmessungen, die im Zeitraum Oktober 2014 bis Juli 2015 durchgeführt wurden.

## Material & Methoden

Der DOK- Langzeitversuch (7°33'E, 47°30'N) bei Basel (CH) vergleicht seit 1978 vier verschiedene Anbausysteme (BIODYM: Bio-Dynamisch, BIOORG: biologisch-Organisch, CONFYM: Konventionell mit Wirtschaftsdünger, CONMIN: Konventionell mit ausschliesslich Mineraldünger) hinsichtlich Bodenprozesse und Erntequalität. Die Anbausysteme unterscheiden sich primär bezüglich der Dünge- und Pflanzenschutzmassnahmen. Die siebenjährige Fruchtfolge, derzeit die sechste, ist für alle Anbausysteme dieselbe: (2 Jahre Klee gras, Silomais & Gründung, Soja, Winterweizen, Kartoffeln, Winterweizen) Für weiterführende Informationen siehe Mäder et. al. (2002; 2006). Für diese Studie wurden drei Anbausysteme, bei zwei verschiedenen Vorfrüchten, herangezogen: CONMIN-S (Soja), CONMIN-R (Raps), CONFYM-S, CONFYM-R, BIOORG-S, BIOORG-

<sup>1</sup> FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau, CH-5070 Frick

\* Ansprechpartner: Florian Egger, [florian.egger@posteo.de](mailto:florian.egger@posteo.de)

R. Beim Boden handelt es sich um eine Parabraunerde auf Loess. In Tabelle 1 sind alle Feldaktivitäten, die während der Messungen getätigt wurden, gelistet.

Die Gasflüsse wurden mit der geschlossenen Haubenmethode nach Hutchinson und Mosier (1981) bestimmt. Insgesamt gab es 51 Messstage, bei einer wöchentlichen Probenahme und erhöhter Beprobungsintensität während der Feldbewirtschaftung. Die Gasproben wurden im Labor mit einem AGILENT 7890 GC analysiert und die Gasflüsse wurden per Regressionsanalyse nach Pedersen et al. (2010) bestimmt.

gefunden. Den höchsten kumulierten Fluss wies CONMIN-S ( $1.75 \pm 0.14 \text{ kg N ha}^{-1}$  und  $272 \text{ d}^{-1}$ ) auf und der geringste kumulierte Fluss wurde im System CONMIN-R ( $1.56 \pm 0.29 \text{ kg N ha}^{-1}$  und  $272 \text{ d}^{-1}$ ) gefunden.

## Diskussion

Was die Beurteilung der kumulierten Lachgasflüsse im Zeitverlauf betrifft wird deutlich, dass der Betrachtungszeitraum einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis hat. So wurden in allen Verfahren 40%-50% der kumulierten Lachgas-Emissionen während der Saatbeetvorbereitung vor

Tabelle 1: Zusammenfassung der Feldbewirtschaftung während der Kultivierung von Winterweizen

Zeitpunkt	Feldaktivitäten	Anbausystem
03.10.2014	Start N <sub>2</sub> O Messung	BIOORG, CONFYM, CONMIN
08.10.2014	Festmistausbringung 10 t ha <sup>-1</sup>	BIOORG
08.10.2014	Grunddüngung Triplesuperphosphat 46% 26kg P ha <sup>-1</sup> und Kalisalz 60% 33kg K ha <sup>-1</sup>	CONFYM
08.10.2014	Grunddüngung Triplesuperphosphat 46% 30kg P ha <sup>-1</sup> und Kalisalz 60% 105kg K ha <sup>-1</sup>	CONMIN
30.10.2014	Saatbeetvorbereitung mit Kreiselegge	BIOORG, CONFYM, CONMIN
30.10.2014	Saat Winterweizen	BIOORG, CONFYM, CONMIN
19.03.2015	Gülleausbringung 36 kg Gesamt N ha <sup>-1</sup>	BIOORG
19.03.2015	Mineraldüngerbringung Kalk AS 25% und AS 25% mit S, 55 kg ha <sup>-1</sup> N	CONFYM
19.03.2015	Mineraldüngerbringung AS 25% 50 kg N ha <sup>-1</sup>	CONMIN
09.04.2015	150 g ha <sup>-1</sup> Herbizid (Concert SX) + 1l ha <sup>-1</sup> Halmverkürzer 180 + 1l ha <sup>-1</sup> CCC	CONFYM und CONMIN
10.04.2015	Gülleausbringung 36 kg Gesamt N ha <sup>-1</sup>	BIOORG
15.04.2015	Mineraldüngerbringung mit Kalk 20%; 30 kg N ha <sup>-1</sup>	CONFYM und CONMIN
22.04.2015	Fungizid Pronto Plus 1.5 l ha <sup>-1</sup>	CONFYM und CONMIN
23.04.2015	Gülleausbringung 36 kg Gesamt N ha <sup>-1</sup>	BIOORG
12.05.2015	Mineraldüngerbringung mit Kalk 20%; 40 kg N ha <sup>-1</sup>	CONFYM und CONMIN
02.07.2015	Ende der N <sub>2</sub> O Messung	BIOORG, CONFYM, CONMIN
14.07.2015	Ernte	BIOORG, CONFYM, CONMIN

## Ergebnisse

Der zeitliche Verlauf der Lachgasemissionen wies bei allen Anbausystemen ein ähnliches Muster auf. Wie schon früheren Studien zeigten, liegen die Ursachen dafür hauptsächlich in der Witterung und der Feldbewirtschaftung (Mutegi et al., 2010; Chirinda et al., 2010). Insgesamt konnten vier Phasen identifiziert werden. In der ersten Phase gab es aufgrund der Bodenbearbeitung und der Einarbeitung der Pflanzenrückstände eine erhöhte Mineralisation und damit verbunden die höchsten N<sub>2</sub>O-Emissionen im ganzen Messverlauf. Die zweite Phase begann nach der Aussaat des Winterweizens und dauerte bis zum ersten Frost. In dieser Phase gab es vor allem in den Parzellen mit Soja als Vorfrucht erhöhte Emissionen. Die dritte Phase war während der Wintermonate, wo ein einzelnes Frost-Tau Ereignis im Februar geringe N<sub>2</sub>O Emissionen verursachte. Die vierte Phase startete mit Beginn der ersten Düngung. Hierbei gab es einen Anstieg in den Soja-Verfahren während die Raps-Verfahren relativ schwach reagierten. Dies änderte sich erst nach der dritten Düngung, wo in allen Raps-Verfahren ein Anstieg der Emissionen zu erkennen war. Dieser Unterschied zwischen Raps und Soja kann auf das unterschiedliche C:N Verhältnis zurückgeführt werden. Soja als proteinreiche Pflanze weist dabei im Vergleich zu Raps ein enges C:N Verhältnis auf. Bei einem weiten C:N Verhältnis wird die Mineralisationsrate verringert und N immobilisiert (Hao et al., 2001) und dadurch kann weniger N<sub>2</sub>O gebildet werden.

Bezogen auf den gesamten Messzeitraum wurden keine wesentlichen Unterschiede in den flächenskaliert kumulierten Lachgasemissionen je Anbausystem und Vorfrucht

der Winterweizenaussaat gemessen. Insgesamt wurden in allen Verfahren 70%-80% der Emissionen innerhalb der ersten 50 Tage (Beginn Saatbeetvorbereitung bis erster Frost) der Winterweizenkultivierung gemessen. Hinsichtlich der Vermeidung von Nährstoffverlusten und einer optimierten fachlichen Praxis bedarf diese Kultivierungsphase einer erhöhten Aufmerksamkeit. Eine reduzierte Betrachtung von allein der Zeitspanne zwischen Aussaat bis Ernte würde einen Unterschied in den flächenskaliert kumulierten Lachgasemissionen zwischen den Anbausystemen hervorbringen. So waren in diesem Betrachtungszeitraum die kumulierten Emissionen in den beiden biologischen Verfahren um 30% (BIOORG-R) und 9% (BIOORG-S) geringer verglichen mit dem Verfahren mit den höchsten Emissionen (CONMIN-S).

## Literatur

- Barker T, Bashmakov I, Bernstein L, Bogner JE, Bosch PR, Dave R, et al. Technical Summary. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- Chirinda N, Carter M, Albert K, Ambus P, Olesen J, Porter J, et al. Emissions of nitrous oxide from arable organic and conventional cropping systems on two soil types Agriculture, Ecosystems & Environment 2010; 136: 199-208.
- Hao X, Chang C, Carefoot JM, Janzen HH, Ellert BH. Nitrous oxide emissions from an irrigated soil as affected by fertilizer and straw management. Nutrient Cycling in Agroecosystems 2001; 60: 1-8.
- Hutchinson GL, Mosier AR. Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. Soil Sci. Soc. Am. J. 1981; 45: 311-316.

- Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 2002; 296: 1694-1697.
- Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Jossi W, Widmer F, et al. The DOK experiment (Switzerland). In: Raupp J, Pekrun C, Oltmanns M, Köpke U, editors. Long-term field experiments in organic farming. Verlag Dr. Köster, Berlin, 2006, pp. 41-58.
- Mutegi J, Munkholm LJ, Petersen BrM, Hansen EMI, Petersen SrO. Nitrous Oxide Emissions and Controls as Influenced by Tillage and Crop Residue Management Systems 6, 2010, pp. 67-67.
- Niggli U, Schmid H, Fließbach A. Organic farming and climate change 2008.
- Pachauri RK, Allen M, Barros V, Broome J, Cramer W, Christ R, et al. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014.
- Pedersen AR, Petersen SO, Schelde K. A comprehensive approach to soil-atmosphere trace-gas flux estimation with static chambers. *European Journal of Soil Science* 2010; 61: 888-902.
- Skinner C, Gattinger A, Muller A, Mäder P, Fließbach A, Stolze M, et al. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Science of The Total Environment* 2014; 468–469: 553-563.
- Smith P, Falloon P, Franko U, Körschens M, Lal R, Paustian K, et al. Greenhouse Gas Mitigation Potential in Agricultural Soils In: Canadell JG, Pataki DE, Pitelka LF, editors. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 227-235.





# Möglichkeiten der Etablierung alternativer Leguminosen als Futterpflanzen im humiden Klimagebiet

Waltraud Hein<sup>1\*</sup> und Hermann Waschl<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

An der Versuchsaußenstelle der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Lambach Stadl-Paura werden zwei alternative legume Futterpflanzen in Versuchen auf ihre Anbaueignung im humiden Klimagebiet geprüft. Eine davon ist die Esparsette (*Onobrychis viciifolia*), eine auf kalkreichen, trockenen Standorten vorkommende Futterleguminose, die einerseits einen hohen Futterwert hat, auf der anderen Seite dank ihrer tanninhaltigen Inhaltsstoffe für die Verfütterung an Ziegen und Schafe zur Wurmbekämpfung verwendet werden kann. Die Etablierung der Pflanze ist laut Literaturangaben schwierig, allerdings gelang die Aussaat in den Versuchen in Lambach sowohl in Reinsaat als auch mit Deckfrucht auf Anhieb.

Bei der anderen Kulturpflanze handelt es sich um *Galega orientalis*, der kaukasischen Geißraute, einer ebenfalls kalkliebenden, trockentoleranten Pflanze, die bisher nur in Estland Verbreitung gefunden hat. Hier gelang die Etablierung des Pflanzenbestandes nicht so einfach, weil zunächst das Unkraut sehr starke Konkurrenz machte und mehrere Schröpfschnitte zur Bereinigung nötig waren.

Beiden Kulturpflanzen gemeinsam sind schwankende Erträge von Jahr zu Jahr und Standort zu Standort, allerdings kann die Esparsette nicht so lange genutzt werden wie *Galega*. Ob diese Pflanze wirklich 20 Jahre genutzt werden kann, bleibt abzuwarten.

**Schlagwörter:** Esparsette (*Onobrychis viciifolia*), Kaukasische Geißraute (*Galega orientalis*) legume Futterpflanzen, Bestandesetablierung, Unkrautkonkurrenz, Ertragsschwankungen

## Summary

The department for Organic Arable Farming of the Institute for Organic Farming and Biodiversity of AREC Raumberg-Gumpenstein has a branch in Lambach Stadl-Paura where two alternative legume fodder plants are tested for their adaptability to the humid region. One of them is sainfoin, a fodder-legume which has a high fodder value and can be used because of its condensed tannins for goats and sheep against gastro-intestinal nematodes. To establish sainfoin according to literature is difficult but the cultivation of the field trials at Lambach was successful in pure seed and with a covering.

The other plant is *Galega orientalis*, which is well adapted to limy soils and dry locations. Until now *Galega* is only used in Estland as a fodder plant. The establishment of this plant was not easy because of the competition by weed. It was necessary to cut the plants three times before using.

Both plants have fluctuating yields from year to year and from location to location. Though, the anticipated average life of sainfoin is shorter than of *Galega*. If that new fodder-plant can really be used for 20 years has to be tested.

**Keywords:** Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), Caucasian goat's rue (*Galega orientalis*), legume fodderplants, establishment of a plant stand, weed competition, fluctuation in yield

## Einleitung

Verschiedene Kleearten und Luzerne sind als legume Futterpflanzen hinreichend bekannt und werden dementsprechend genutzt. Dass es aber darüber hinaus noch viele andere Leguminosen gibt, die als Futterpflanzen Verwendung finden könnten, ist nicht so weit verbreitet, vor allem, wenn es sich um sogenannte alternative Futterpflanzen handelt. Dazu zählt sicher die Esparsette (*Onobrychis viciifolia*), die auf trockenen, kalkhaltigen Standorten in der Natur vorkommt. Neben einem guten Nährwert enthält sie Tannine, welche bei der Verfütterung an Schafe und Ziegen entwurmende Wirkung zeigen, aber auch für Rinder und Pferde einen

hohen Futterwert besitzen.

Eine in Österreich bisher noch völlig unbekanntes Futterpflanze stellt *Galega orientalis*, die kaukasische Geißraute, dar. Dabei handelt es sich um eine ausdauernde Futterleguminose, die für eine Nutzungsdauer von bis zu 20 Jahren beschrieben wird und ebenfalls trockentolerant ist.

In der Abteilung für Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein werden beide Kulturen in Versuchen auf ihre pflanzenbauliche Eignung am Standort Lambach Stadl-Paura im humiden Klimagebiet geprüft. Über bisher schon vorliegende Ergebnisse wird im Fol-

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

\* Ansprechpartner: DI Waltraud Hein, [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

Tabelle 1: Veränderung der Bodenbedeckung und des Auftretens der Esparsette im Laufe der Jahre

Anbauverfahren	2012		2013		2014*		2015**	
	Bodenbedeckung %	Anteil Esparsette %	Bodenbedeckung %	Anteil Esparsette %	Bodenbedeckung %	Anteil Esparsette %	Bodenbedeckung %	Anteil Esparsette %
Reinsaat	90	80	95	95	70	55	80	45
US Sommergerste	95	40	95	95	85	70	85	50
Anmerkungen					* durch die intensive Nutzung im Vorjahr geringe Bodenbedeckung		** inzwischen haben andere Pflanzen die Fläche besiedelt!	

genden berichtet.

## Material und Methoden

Die Futterpflanze Esparsette wurde bereits im Jahr 2007 das erste Mal großflächig an der Außenstelle Lambach Stadl-Paura angebaut. Die Etablierung des Bestandes gelang ohne Deckfrucht, innerhalb weniger Wochen war die gesamte Fläche mit Esparsettenpflanzen bewachsen. In den darauffolgenden Jahren wurde diese Fläche mindestens 2 Mal jährlich gemäht, manchmal auch öfter. Die Esparsettenpflanzen gingen zwar kontinuierlich zurück und wurden durch andere krautige Pflanzen ersetzt, allerdings betrug der Anteil an Esparsette nach 7 Jahren immer noch rund 20 %.

Eine zweite Anlage mit Esparsette erfolgte im Frühjahr 2012, ebenfalls am selben Standort. Dort wurde Esparsette in zwei verschiedenen Varianten angebaut, eine in Reinsaat, die andere mit Sommergerste als Deckfrucht. Beide Varianten entwickelten sich relativ gut und ohne Probleme, wobei augenscheinlich die Reinsaatvariante die bessere war. Da dieser Esparsettenanbau ursprünglich für einen Körnerdrusch vorgesehen war, erfolgte auch kein Schröpfschnitt, allerdings wurde Mitte August dann die gesamte Fläche abgemäht, weil es für eine Ausreifung bis zum Drusch an diesem Standort zu feucht ist. Daher wurde daraus im Jahr 2013 ein Versuch gestartet, die Esparsette zu verschiedenen Zeitpunkten zu ernten und anschließend zu silieren.

Das Saatgut der Futterpflanze *Galega orientalis* stammt aus Estland und wurde im Jahr 2013 in Lambach Stadl Paura großflächig angebaut, die Sorte ist GALE. Die Konkurrenzfähigkeit der Kulturpflanzen gegen das Unkraut war zunächst sehr gering, nach 2 Schröpfschnitten konnte sich *Galega orientalis* entwickeln.

## Ergebnisse

**Esparsette:** Durch die unterschiedliche Nutzung der beiden im Jahr 2012 angelegten Flächen ergab sich im Jahr 2015 folgendes Bild, wie stark die Esparsette im 4. Jahr noch vertreten ist, siehe Tab. 1.

Da auch die Erträge im Jahr 2013 bei der Esparsette erhoben

Tabelle 2: Frisch- und Trockenmasse-Erträge sowie Trockenmassegehalte von Esparsette zu unterschiedlichen Schnitzeitpunkten, Versuch Lambach 2013

Datum	Variante/Schnitt	FM (dt/ha)	TM (dt/ha)	TS (%)
15.05.2013	1. EZP/1. Schnitt	314,45	71,33	22,87
19.06.2013	2. EZP/1. Schnitt	224,44	56,64	25,47
08.07.2013	3. EZP/1. Schnitt	178,89	51,77	28,95
08.07.2013	1. EZP/2. Schnitt	88,00	15,26	17,3

wurden, werden diese in Tabelle 2 dargestellt; angegeben sind die Frisch- und Trockenmasse-Erträge sowie die Trockenmassegehalte.

**Galega:** Bis zur erstmaligen Nutzung von *Galega orientalis* dauerte es bis zum Sommer 2014, weil im Frühjahr 2014 wegen starker Verunkrautung nochmals ein Reinigungsschnitt vorgenommen werden musste. Im Juli 2014 wurde die erste Ertragserhebung durchgeführt, im Jahr 2015 eine weitere. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 3 angeführt.

Tabelle 3: Frisch- und Trockenmasse-Erträge sowie Trockenmassegehalte von *Galega orientalis* am Standort Lambach

GALE	FRME dt/ha	TRME dt/ha	TRSG %
Erntetermin: 15.07.2014	140,0	25,7	18,37
Erntetermin: 14.07.2015	129,3	35,95	27,8

Auch wenn die beiden Erntetermine fast ident sind, liegt der Frischmasse-Ertrag im Jahr 2015 unter jenem des Vorjahres, der Trockenmassegehalt aber wesentlich darüber. Daher beträgt der Trockenmasse-Ertrag im Jahr 2015 auch rund 10 dt/ha mehr als im Vorjahr. Nach der Ernte des ganzen Schlages dauert es relativ lange, bis sich der Bestand wieder erholt. Daher entwickeln sich nach dem 2. Schnitt kaum mehr Pflanzen und der Bestand geht verunkrautet in den Herbst.

Die beiden Abbildungen 1 und 2 zeigen jeweils die Kulturen am Standort Lambach in Blüte.

## Diskussion

Da vom Versuch mit Esparsette keine weiteren Ertrags-



Abbildung 1: Blühende Esparsette Juni 2013



Abbildung 2: Galegabestand vor Blüte Juli 2015

daten vorliegen, bleibt nur ein Vergleich mit Werten aus der Literatur. Hier berichten NEUHOFF und BÜCKING (2006) von stark schwankenden Esparsetten-Erträgen auf unterschiedlichen Standorten, wobei der höchste Ertrag jeweils vom 1. Schnitt zu erwarten war, der zwischen 35,5 und 72,1 dt/ha Trockenmasse im Mittel aller Varianten lag.

Beim 2. Schnitt ging der Ertrag deutlich zurück.

Grundsätzlich ist mit 2 Schnitten pro Jahr das Optimum bei *Galega orientalis* zu erzielen, wie BULL et al. (2011) berichten, ebenso von schwankenden Trockenmasse-Erträgen zwischen 35 und 117 dt/ha von Jahr zu Jahr am selben Standort.

Wieweit sich diese beiden Pflanzen in Österreich als landwirtschaftliche Kulturen etablieren können, bleibt abzuwarten. Für den kalkreichen Standort in Lambach Stadl-Paura, der dem humiden Klimagebiet zuzuordnen ist, haben beide Kulturen gute Chancen, wie sich zeigt.

## Literatur

- BULL, I., GIENAPP, C., WIEDOW, D. und BURGSTALLER, J. (2011): *Galega orientalis* – eine alternative Dauerkultur als Futterpflanze und Substrat zur Biogaserzeugung. *Journal für Kulturpflanzen* 12/2011, 63, 423-429, ISSN 1867-0911
- NEUHOFF, D. und BÜCKING, K., (2006): Möglichkeiten zur Integration der Futterleguminose Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus. Abschlussbericht im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, Forschungsprojektnr. 030E081, Universität Bonn, 33 pp.



# Einfluss von HTC-Biokohle als Bodenverbesserer auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf bei Sojabohnen

Daniel Lehner<sup>1\*</sup>, Henrike Thalenhorst<sup>2</sup> und Roland Kariger<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Biokohle ist ein durch thermische Abbauprozesse von organischen Materialien in sauerstoffarmer oder vorzugsweise gänzlich in sauerstofffreier Umgebung hergestelltes Produkt, auf Basis einer pyrolytischen Reaktion (SOHI et al., 2009). Aktuell ist Biokohle noch nicht zum Einsatz in der biologischen Landwirtschaft zugelassen, ist jedoch aufgrund seiner Eigenschaften als möglicher Bodenhilfsstoff in Zukunft ein Thema.

Der Einfluss von 0 bis 20 t/ha Biokohle auf Wachstum, Ertrag und ausgewählte Inhaltsstoffe der Sojabohne wurde in verschiedenen Varianten vergleichend beurteilt. Während des Wachstumsverlaufes bis zur Blüte wurden bereits Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt. Anfang Juli gab es in der Wuchshöhe und in der bis zu diesem Zeitpunkt gebildeten Biomasse deutliche Unterschiede. Varianten die rein mit HTC-Kohle gedüngt wurden zeigten signifikant höhere Wuchshöhen. Diese Unterschiede verringerten sich jedoch bis zur Ernte.

Wegen sehr geringer Niederschläge im ersten Halbjahr 2012 bildeten sich keine Rhizobien und so gab es auch keine symbiotische Stickstoffbindung. Für das Wachstum der Pflanzen stand nur der bodenbürtige Stickstoff zur Verfügung. Daher erreichten zur Ernte die mit Mineraldünger gedüngten Varianten die höchste Wuchshöhe und Gesamttrockenmasse und den höchsten Kornertrag mit 3.511 kg/ha. Bei den Qualitätskriterien wiesen die HTC-Varianten im Ölgehalt mit 191 g/kg und im Zuckergehalt mit 5.52 g/100g den geringsten Wert auf. Beim Ölgehalt wurde in der Variante 20 t/ha Biokohle mit 219 g/kg der signifikant höchste Wert gemessen. Beim Zuckergehalt erreichte die mineralisch gedüngte Variante mit 5.99 g/100g den höchsten Wert, dieser unterschied sich jedoch nicht signifikant von den anderen Werten. Nur die Parzellen, welche mit HTC-Kompost Gemisch gedüngt wurden, erreichten Werte über dem Mittelwert, alle übrigen Varianten lagen unter dem Durchschnitt.

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass im Ausbringungsjahr aufgrund des geringeren Stickstoffangebotes der durchwurzelten Krume ein negativer Ertragseinfluss der Biokohle möglich ist. Für eine umfassende Beurteilung von Biokohle als Dünger sind jedoch langjährige Versuche nötig.

*Schlagwörter:* Biokohle, Sojabohne, Bodenfruchtbarkeit, Biologische Landwirtschaft

## Summary

Biochar is produced through a thermal degradation process of organic materials, that occurs in presence of low oxygen or completely without oxygen and is based on a pyrolytic reaction (SOHI et al., 2009).

Currently, biochar is not yet approved for use in organic agriculture, but could become more interesting in future due to its soil improving characteristics. The influence of biochar with an amount of 0 to 20 t/ha on growth, yield and selected ingredients on soybeans of different variants was compared. During the growth period of the soybeans until the beginning of blooming, differences between the variants could be found. At the beginning of July, differences in the length of plants and grown biomass were measured. The plants from the plots prepared with HTC biochar have shown significantly longer stems than the others. These differences diminished until the harvest.

Due to extrem low precipitation values in spring and early summer in 2012, no rhizobia could be developed and nitrogen fixation for soybean plants was not possible. The plants could only use nitrogen from the soil for growth. As a result, the plots prepared with mineral fertilizer have shown the significantly longest plants, the highest mass of dry matter and the highest yields with 3.511 kg/ha.

Concerning the ingredients, the HTC variants have shown the lowest values in oil content with 191 g/kg and sugar contents with 5.52 g/100g. The significantly highest oil content was measured in the variant 20 t/ha biochar with 219 g/kg. The highest value in sugar content with 5.99 g/100g was measured in the variant with mineral fertilizer, but did not differ significantly. Only the plots where HTC was mixed with compost had shown values above the average. All other values were lower than the middle.

From this results it can be seen, that due to the lower amount of available nitrogen in the year of application there can be a negative influence of biochar on the yield. To evaluate effects in crop rotations, long term field experiments have to be made, because only thus, „medium- and longterm effects of biochar“ on growth of plants, behave on yield and quality of harvested crops and impact on soil can be evaluated objectively.

*Keywords:* biochar, soybean, soil fertility, organic agriculture

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, A-4651 Stadl-Paura

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Daniel Lehner, [daniel.lehner@raumberg-gumpenstein.at](mailto:daniel.lehner@raumberg-gumpenstein.at)

## Einleitung und Zielsetzung

Der Erhalt der natürlichen Bodenfruchtbarkeit auf Ackerflächen ist aktuell ein zentrales Thema. Bei Verminderung der Erträge und der Qualität der Inhaltsstoffe von Nutzpflanzen wird dies häufig durch einen erhöhten Einsatz von Handelsdüngern ausgeglichen. Ebenso spielt der Klimawandel vermehrt eine Rolle in der Pflanzenproduktion. Der Einsatz von Biokohle könnte zur Verminderung der Probleme beitragen.

Die Sojabohne, weltweit die bedeutendste Körnerleguminose, ist die Pflanze mit qualitativ hochwertigem Protein und Fett. Sie trägt einen wesentlichen Anteil zur Deckung des steigenden Bedarfes für die wachsende Weltbevölkerung bei. Die Kombination mit Biokohledüngung wurde bisher kaum bearbeitet.

Die kommerzielle Erzeugung von Biokohle findet in Reaktoren statt, welche mit unterschiedlicher Biomasse als Ausgangsmaterial gespeist werden. Dies können Rohstoffe pflanzlichen Ursprungs wie Holzhackschnitzel, land- und forstwirtschaftliche Ernterückstände, Grünschnitt oder auch Lebensmittelabfälle sein. Aber auch andere organische Reststoffe wie zum Beispiel feste Gärreste aus Biogasanlagen, Knochen, Schlachtabfälle, Wirtschaftsdünger, organische Industrierohstoffe oder Klärschlamm, bis hin zu Restprodukten der Biodieselerzeugung sind pyrolysierbar (SOJA et al., 2012).

Der Vorgang der Pyrolyse beschreibt die Zersetzung von organischer Substanz in (theoretischer) Abwesenheit von Sauerstoff. Pyrolyse entsteht spontan bei Temperaturen von 300 bis 1000 °C. Während dieses Prozesses durchläuft das eingesetzte Material eine Vielzahl von physikalischen, chemischen und molekularen Veränderungen (VERHEIJEN et al., 2010; KLOSS et al., 2012; SOHI et al., 2009).

Eine spezielle Form der Biokohle ist die durch „Hydrothermale Carbonisierung“ (HTC) erzeugte Biokohle, welche neben der durch klassische Verkohlung gewonnenen und ebenfalls beschriebenen Biokohle verwendet wird.

Die „Hydrothermale Carbonisierung“ findet bei Temperaturen im Bereich von 180° C bis 250° C und Drücken von 10 bis 40 bar statt. Da dieser Prozess im wässrigen Medium stattfindet, eignet sich Biomasse mit hohem Wassergehalt besonders für dieses Verfahren. Ausgangsmaterialien dafür sind zum Beispiel Landschaftspflegematerial, Erntereste, Gärreste aus Biogasanlagen, Lebensmittelreste, Treber oder Klärschlamm und Fäkalien (BUTTMANN, 2011).

Während dieser Vorgang in der Natur einen Zeitraum von abertausenden bis Millionen von Jahren in Anspruch nimmt, kann durch das HTC-Verfahren dieser auf nur wenige Stunden reduziert werden.

Das Ziel dieser Untersuchung war, den Einfluss zweier Arten von Biokohle auf die Pflanze, aber auch auf den Boden zu beurteilen. Da Versuche dieser Art bisher größtenteils unter Glas durchgeführt wurden und kaum im Freiland, sollte der Exakt-Feldversuch praxisnahe Ergebnisse liefern.

Der Einsatz von Biokohle soll eine Erhöhung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und eine höhere CO<sub>2</sub>-Speicherung bewirken sowie eine stabile Bodenstruktur aufgrund des höheren C<sub>org</sub>-Gehaltes aufbauen. Sowohl das Pflanzenwachstum als auch der Ertrag bezogen auf die Versorgung mit Nährstoffen bei Sojabohnen waren eine zentrale Frage. Die

Wechselwirkung mit unterschiedlichen Ausbringungsmengen von Biokohlen in Kombination mit anderen Düngemitteln für die Kornertragshöhe sowie die Qualität der Samen der Sojapflanze wurde beurteilt.

## Material und Methoden

### Standort

Der Versuch wurde an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur in Groß Enzersdorf durchgeführt. Im langjährigen Mittel (1971-2000) wurde eine Jahresdurchschnittstemperatur von 9,8 °C und Niederschläge von 520 mm gemessen. Als Bodentyp ist hier ein tiefgründiger, mittelschwerer Tschernosem vorzufinden, welcher jedoch durch anstehende Schotterlagen in seiner Tiefgründigkeit nicht gleichmäßig ist.

### Versuchsaufbau

Der Versuch wurde als Split-Plot-Anlage mit 9 Varianten und 3 Wiederholungen angelegt. Neben der HTC-Biokohle wurde auch eine durch klassische Verkohlung hergestellte Biokohle in zwei verschiedenen Ausbringungsstufen sowie eine „Terra Preta“ (Schwarze Erde) Mischung verwendet. Ebenso wurde Kompost in Reinform und mit den einzelnen Biokohlen gemischt verwendet. Als konventionelle Düngung im Vergleich wurde eine Mineraldüngervariante eingesetzt.

## Wachstum und Ertrag

Neben der optischen Beurteilung des Entwicklungszustandes der Pflanzen, während des Auflaufens und zum Zeitpunkt der Blüte, wurde Anfang Juli eine Zwischenernte der Ganzpflanzen durchgeführt, um eine erste Aussage bezüglich der Auswirkung von Biokohle zu ermöglichen. Die Einzelpflanzen wurden mit der Wurzel ausgestochen, durch Waschen von Erde befreit und anschließend deren Länge bestimmt. In diesem Zuge wurde weiters das Vorhandensein von Rhizobien an den Wurzeln beurteilt. Anschließend wurden die oberirdischen Pflanzenteile von den Wurzeln getrennt und das Gesamtgewicht der Einzelpflanzen sowie auch jenes der Wurzeln im frischen Zustand ermittelt. Die somit aufgetrennten ober- und unterirdischen Pflanzenteile wurden schonend auf Gewichtskonstanz (bei 105 °C über 48 h) getrocknet und anschließend erneut verwogen.

Bei den reif geernteten Pflanzen wurde wiederum die Wuchshöhe ermittelt. Daneben wurde auch noch die Anzahl der Pflanzen pro m<sup>2</sup> bestimmt, genauso wie das Parzellen-, Hülsen-, Korn- und Reststrohgewicht. Für den Ertrag wurde

Tabelle 1: Varianten des Versuchs

Variante	Bodenbehandlungsmaßnahme
1	HTC-Kohle 20 t/ha
2	HTC-Kohle 20 t/ha mit Kompost
3	Biokohle 10 t/ha
4	Biokohle 20 t/ha
5	Biokohle 20 t/ha mit Kompost
6	Terra Preta
7	Kompost 20 t/ha
8	Mineralische Düngung
9	Nullparzelle

weitere noch unterschieden in Pflanzen mit weniger als zwei und mehr zwei Sojabohnen pro Hülse, wie auch die Anzahl der hülsen tragenden Verzweigungen.

### Inhaltsstoffe

Mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) wurden die Sojabohnen bezüglich des Öl-, Protein- und Zuckergehalts (Saccharose) analysiert. Vor der Messung wurden die Proben fein vermahlen, da unterschiedliche Oberflächen, Textureigenschaften, Korngrößen oder Kornhärten von großkörnigen Untersuchungsproben wie Sojabohnen das Messergebnis beeinflussen können.

### Statistik

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Programm R Statistical package for Windows (i86 3.0.2). Es wurden paarweise T-Tests durchgeführt und Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet. Sämtliche Daten repräsentieren dabei den Mittelwert aller drei Wiederholungen. Die Mittelwerte werden in der einfaktoriellen ANOVA miteinander verglichen. Zusätzlich werden für die Mittelwerte jeweils ein 95 %-Konfidenzintervall angegeben. Dies sind die Bereiche, in denen der jeweilige Mittelwert der Grundgesamtheit mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

## Ergebnisse

### Wachstums- und Entwicklungsverlauf des Sojabohnenbestandes

Anfang Juli – zum Zeitpunkt der Blüte – lagen bereits sehr unterschiedliche Wuchshöhen in den einzelnen Varianten vor. Die mit HTC-Kohle behandelten Varianten wiesen mit 37,69 cm die signifikant höchste Wuchshöhe auf, gefolgt von der mit Kompost vermengten HTC-Kohle. Die kürzesten Pflanzen waren bei der Terra Preta Variante (25,31 cm) zu finden, noch hinter der Nullvariante. Dies entspricht auch den Erfahrungen aus anderen Versuchen.

Ein ähnliches Bild zeigte die Anzahl der Blüten pro Pflanze. Dieses Bild wandelte sich jedoch bis zur Ernte, wo nun die

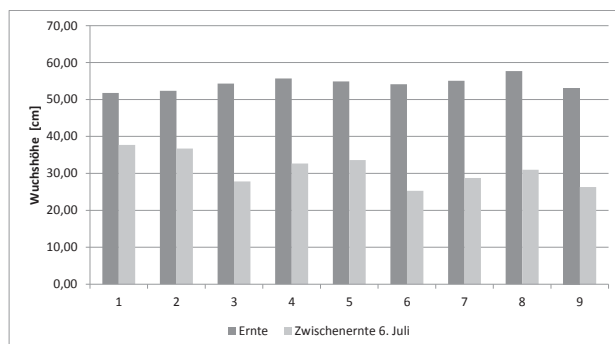


Abbildung 1: Vergleich der Wuchshöhen

Tabelle 2: Ergebnisse der Ertragsparameter bei unterschiedlichen Bodenbehandlungsmaßnahmen

Parameter	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pflanzenanzahl		47.67	51.34	48.50	52.71	45.00	53.67	45.11	51.17	50.17
Kornzahl/Pflanze		35.31	37.59	38.36	38.60	40.08	35.31	39.69	38.61	38.68
TKG	g	177.10	177.07	171.60	169.03	168.75	177.10	178.83	179.60	170.9

mineralisch gedüngte Variante signifikant längere Pflanzen aufwies und unterschied sich somit auch zu den einschlägigen Ergebnissen in der Literatur. Die Unterschiede zwischen den Varianten waren jedoch nicht mehr so stark ausgeprägt wie zum Zeitpunkt der Zwischenernte. Die Tendenz der Ergebnisse spiegelte sich naturgemäß auch in der Trockenmasse der Pflanzen wieder.

### Ertragsparameter und Kornertrag

Ausgehend von der Anzahl der hülsen tragenden Pflanzen durch die unterschiedlichen Bodenbehandlungsvarianten konnte kein Trend bezüglich des Kornertrags festgestellt werden. Zwar waren Unterschiede zwischen den Varianten vorhanden, jedoch statistisch nicht absicherbar. Dies trifft auch auf die Anzahl der Hülsen je Pflanze zu. Ebenso bei Kornzahl pro Sojapflanze als auch beim Tausendkorngewicht gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Beim Kornertrag jedoch lag nun, im Gegensatz zur Zwischenernte, die mineralisch gedüngte Variante signifikant vor den übrigen und erreichte einen Ertrag von 3.511 kg/ha. Den zweithöchsten Ertrag lieferte die Variante HTC+Kompost mit 3.257 kg/ha. Die übrigen Varianten lagen mit Ausnahme der Nullparzellen (3.054 kg/ha) knapp unter 3.000 kg/ha. Starke Schwankungen durch ungleichmäßiges Wachstum zwischen den einzelnen Pflanzen zeigten sich in der hohen Streuung der Werte.

Die Hülsenanzahl war durch den witterungsbedingten Trockenstress gering. Weiters enthielt auch nur rund ein Drittel der Hülsen mehr als zwei Bohnen. Dies führte in weiterer Folge auch zu einer geringeren Kornzahl insgesamt, da gerade zum Zeitpunkt des Hülsenansatzes, des Hülsenwachstums und der Blüte eine ausreichende Wasserversorgung zur Ertragsbildung erforderlich ist. Entgegen ABEL (2011) und HARTER (2013) konnte keine erhöhte Wasserspeicherfähigkeit durch die Biokohle festgestellt werden, was möglicherweise auf eine geringe Biokohle-Ausbringmenge zurückzuführen war. Trotz der in der Literatur beschriebenen, mehr oder weniger gut ausgebildeten Pfahlwurzel, welche bis zu einer Tiefe von 2 m reichen kann, liegt ein Großteil der Hauptwurzelmasse in der Krume vor. Daher sollte bei Trockenheit eine Bewässerung erfolgen. Dadurch wird auch beim Tausendkorngewicht ein höherer Wert erzielt.

Das TKG lag im Maximum mit 179,6 g bei der mineralisch gedüngten Variante wesentlich unter den Werten von MAIRUNTEREGG (2012).

### Inhaltsstoffe

Bei den Inhaltsstoffen konnte nur im Ölgehalt ein signifikanter Unterschied durch die unterschiedlichen Bodenbehandlungsvarianten festgestellt werden. Die Variante 2BC ergab den signifikant höchsten Ölgehalt mit 219 g/kg im Korn und war im Vergleich zu mehreren anderen Standorten - siehe MAIRUNTEREGG (2012) - sehr hoch.



Tabelle 3: Inhaltsstoffe in Bezug auf Korn-TM bei unterschiedlichen Bodenbehandlungsmaßnahmen

Parameter	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ölgehalt	g/kg	191	200	211	219	203	201	212	211	196
Proteingehalt	g/kg	423	415	426	407	411	416	411	412	411
Zuckergehalt	g/100g	5.52	5.65	5.79	5.98	5.89	5.97	5.90	5.99	5.70

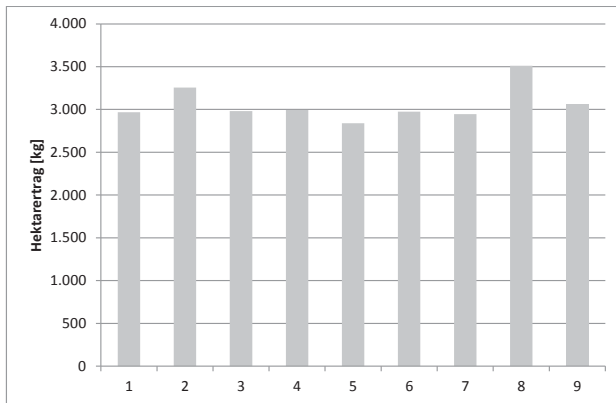


Abbildung 2: Soja-Kornertrag in kg/ha bei unterschiedlichen Bodenbehandlungsmaßnahmen

Der Proteingehalt liegt im Vergleich mit Versuchen aus der Literatur im unteren Mittel. Trotz nicht signifikanter Unterschiede wiesen die HTC und IBC Varianten den höchsten absoluten Gehaltswert auf.

Auch die im Zuckergehalt erreichten Werte sind im Vergleich zu EUTENEUER (2011) mit 5.52 – 5.99 g/100 g vergleichsweise niedrig. Die niedrigen Protein- und Zuckerwerte sind möglicherweise auf die Auswirkungen der geringen Niederschläge während der Kornfüllungsphase zurückzuführen, da in dieser Zeit ein Drittel der benötigten 300 mm Niederschlag fehlten. Sowohl im Ölgehalt als auch im Zuckergehalt wies die HTC-Variante den mit Abstand geringsten Wert auf. GAJIC (2011) berichtet von einem signifikant verminderten Zuckergehalt bei der Ausbringung von HTC-Biokohle bei Zuckerrüben. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass durch den Einsatz von Biokohle ein negativer Einfluss auf den Zuckergehalt besteht.

## Schlussfolgerungen

Die Wirtschaftlichkeit bei der Erzeugung von HTC ist gegenwärtig noch nicht gegeben, kann aber in Einbeziehung der dadurch vermiedenen CO<sub>2</sub> Emissionen erreicht werden (EBERHARDT et al., 2011).

Die Versorgung der Sojapflanzen mit dem essentiellen Nährstoff Stickstoff und dessen Wechselwirkung mit Biokohle wurde im angeführten Versuch festgestellt. Die fehlende Symbiose mit Rhizobien führte zu einem Mangel bei der Stickstoffversorgung der Sojapflanzen. Die Aussagekraft eines einjährigen Versuches ist aber begrenzt. Die Fortführung des Versuchs im Rahmen der Dissertation von R. Kariger ergab im zweiten und dritten Jahr eine wesentlich

günstigere und deutlichere Wirkung der Biokohle, was langfristig eindeutig für eine Anwendung dieses Bodenverbesserers spricht.

## Literatur

- ABEL, S., S. TRINKS, M. FACKLAM und G. WESSOLEK (2011): Einfluss von Biokohle auf Kennwerte der Wasserbindung im Boden. Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG – Symposium II, IV und VI. Berlin: Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie.
- BUTTMANN, M. (2011): Klimafreundliche Kohle durch Hydrothermale Karbonisierung von Biomasse. Weinheim: Chemie Ingenieur Technik, 2011, 83, Nr. 11, 1890.
- EBERHARDT, G., M. ODENING, H. LOTZE-KAMPEN, B. ERLACH, S. ROLINSKI, P. ROHTE und WIRTH B. (2011): Rentabilität der Hydrothermalen Karbonisierung unter besonderer Berücksichtigung von Transportkosten. Berichte über Landwirtschaft. Stuttgart: Kohlhammer, Band 89 (3), 400-424.
- EUTENEUER, P. (2011): Süße Soja? Untersuchungen zum Zuckergehalt von Sojabohne (*Glycine max.* [L.] Merr.). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- GAJIC A., H.-J. KOCH und B. MÄRLÄNDER (2011): HTC-Biokohle als Bodenverbesserer – Erste Ergebnisse aus einem Feldversuch mit Zuckerrüben. Berlin: Sugar Industry 136, 55-63.
- HARTER, J., H. KRAUSE, S. SCHUETTLER, R. RUSER, M. FROMME, T. SCHOLTEN, A. KAPPLER und S. BEHRENS (2013): Linking N<sub>2</sub>O emissions from biochar-amended soil to the structure and function of the N-cycling microbial community. In ISME Journal, International Society for Microbial Ecology (2013), 1-11. ISSN: 1751-7362
- KLOSS, S., F. ZEHETNER, A. DELLANTONIA, R. HAMID, F. OTTNER, V. LIEDTKE, M. SCHWANNINGER, M.H. GERZABEK und G. SOJA (2012): Characterization of slow pyrolysis biochars: Effects of feedstocks and pyrolysis temperature on biochar properties. Madison: Journal of Environmental Quality 41: 990-1000.
- MAIRUNTEREGG N. (2012): Optimierung pflanzenbaulicher Faktoren für den Sojaanbau in Oberösterreich. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- SOHI, S., E. LOPEZ-CAPEL, E. KRULL und R. BOL (2009): Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report 05/09. Clayton South: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2-9.
- SOJA, G., S. ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, B. KITZLER, M. LAUER, V. LIEDTKE, A. WATZINER, B. WIMMER und F. ZEHETNER (2012): Biokohle für landwirtschaftliche Böden. München: GAIA – Ökologischer Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft, 2012, 21, Vol. 3, 236-238. ISSN 0940-5550.
- VERHEIJEN, F., S. JEFFERY, A.C. BASTOS, M. VAN DER VELDE und I. DIAFAS. (2010): Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. Luxembourg: European Commission, 31-64.

# Auswirkungen unterschiedlicher Vorfrüchte und Zwischenfrüchte auf Ertrag und Qualität im ökologischen Kartoffelbau in Ostösterreich

Tsolmon Nyamdavaa<sup>1</sup> und Jürgen K. Friedel<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Die Untersuchungen wurden auf einem biologisch bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb am Versuchsstandort Groß-Enzersdorf in Ostösterreich im Zeitraum von 2009 bis 2011 durchgeführt. Im Rahmen der Studie wurden drei verschiedene Vorfrüchte (VF) (Luzerne, Futtererbse, Sommergerste) in Kombination mit zwei Zwischenfruchtvarianten (Schwarzbrache, Gründüngung mit Nicht-Leguminosen oder Gemenge), hinsichtlich (i) Mineralstickstoffverfügbarkeit und (ii) Kartoffel-Ertrag und Qualität untersucht. Der gesamte Kartoffelertrag (Frisch- und Trockmasse, marktfähig) und der Knollenstärkegehalt waren im Jahr 2010 signifikant geringer als 2011. Der Kartoffelertrag, die Größenverteilung und Grade wurden von den Vorfrüchten in den beiden Versuchsjahren nicht signifikant beeinflusst. Die Zwischenfrüchte erhöhten den Prozentsatz der großformatigen Knollen (> 65 mm im Durchmesser) signifikant, jedoch beeinflussten sie die mittelgroßen Kartoffeln und die Qualität negativ. Es wurde eine Wechselwirkung zwischen Jahr und Zwischenfrucht für den Frisch- und Trockenmasseknollenertrag und den Ertrag kleiner Kartoffelknollen gefunden. Günstig wirkten sich die Zwischenfrüchte auf den Ertrag nur im Jahr 2010 aus, als die Mineralstickstoffverfügbarkeit geringer war. Die Bodenfeuchtigkeit und der Bodenmineralstickstoffgehalt (0 – 90 cm) vor Anbau der Kartoffeln wurden von den Vor- und Zwischenfrüchten nicht beeinflusst.

*Schlagwörter:* Vorfruchtwirkung, Leguminosen, Gründüngung

## Summary

The field experiment was carried out during the period 2009–2011 at the experimental station at Groß-Enzersdorf in organically managed farming fields in eastern Austria. Within the study the effect of three different preceding crops (PC): viz. lucerne, field pea and spring barley; incorporated catch crops (CC) as green manure (non-legumes or mixture) compared to a bare fallow control were tested on (i) the soil inorganic nitrogen availability and (ii) potato tuber yield and quality. The overall yields (fresh, marketable and dry matter) of potato and tuber starch content remained significantly less in 2010 than 2011. Potato yield, size distribution, and grade were not significantly affected by pre-crop treatments over the two experimental years. The catch crops significantly increased the percentage of large sized tubers (> 65 mm in diameter) but negatively affected potato medium sized tuber yield and quality. A significant interaction effect was found between year and catch crop for fresh and dry matter tuber yield and small sized tubers. Catch crops had a positive effect on potato yield only in 2010 when mineral nitrogen availability was low. Early season soil water and soil mineral nitrogen content were unaffected by the preceding crops and catch crops in 0 - 90 cm soil profiles.

*Keywords:* preceding crop effect, legumes, green manure

## Einleitung

Die Kartoffel zählt zu den ökonomisch wichtigsten Ackerbaukulturen im ökologischen Landbau. Der Knollenertrag der Kartoffel ist davon abhängig, wie rasch der Stickstoff aus den Vorfrüchten freigesetzt wird (Köpke, 1995, Van Delden, 2001). Die Stickstoffversorgung der Kartoffel kann durch eine Vielzahl von Faktoren, wie z.B. durch die Wahl der Vorfrucht oder die klimatischen Bedingungen während des Pflanzenwachstums, variieren (Zebarth et al., 2009). Zwischenfrüchte sind vor allem im ökologischen Landbau wichtig, um die Nährstoffe über den Winter zu konservieren und die Bodenqualität zu erhalten. In der

vorliegenden Studie wurde im Rahmen eines Feldversuches mit drei verschiedenen Vorfrüchten in Kombination mit zwei Zwischenfrucht-Varianten die Auswirkungen auf die Folgefrucht Kartoffel untersucht.

## Material und Methoden

Die Feldversuche zu den Vorfrüchten (Leguminosen- und Getreidevorfrüchte) und den Zwischenfrüchten (Nicht-Leguminosen und Gemenge) erfolgten in den Jahren 2009 und 2010, die nachfolgenden Feldversuche zu Kartoffeln (Sorte „Ditta“) erfolgten in den Jahren 2010 und 2011. Der Boden der Versuchsfläche ist eine Schwarzerde (Calcaric

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Jürgen K. Friedel, [juergen.friedel@boku.ac.at](mailto:juergen.friedel@boku.ac.at)

Tabelle 1: Zusammenfassung der experimentellen Details

	Effekt	1	2	3	4	5	6
2009 & 2010	Vorfrucht	Luzerne		Futtererbsen		Sommergerste	
2010	Zwischenfrucht	Schwarzbrache	*Nicht-legum.	Schwarzbrache	*Nicht-legum.	Schwarzbrache	**Gemenge
2010 & 2011	Hauptfrucht	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel

\*Nicht-legum.: Ölrettich + Phacelia \*\*Gemenge: Ölrettich + Phacelia + Futtererbsen.

Phaeozem) aus schluffigem Lehm, mit 2,2 % organischem Kohlenstoff und einem  $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ -Wert von 7,6 in der Krume (Rinnofner et al., 2008). Der langjährige Niederschlag in Groß-Enzersdorf beträgt im Durchschnitt 550 mm, die langjährige mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,8 °C. Die Feldversuche wurden als vollständig randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen in Split-Plot-Anordnung angelegt. Die Faktoren und die getesteten Faktorstufen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Größe der Versuchspartzellen betrug 5,6 m x 6 m.

Die Vorfrüchte wurden im Frühjahr des ersten Versuchsjahres gesät. Nach deren der Ernte (Mitte Juli) wurde flach gepflügt, das Saatbett bereitet und die Zwischenfrüchte ausgesät. Im Spätherbst (Anfang Nov.) folgte der Umbruch der Bestände durch Pflügen. Im folgenden Jahr wurden im März und im Juni die Feuchtigkeit und der mineralische Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ ) in 3 Tiefenstufen (0-90 cm) im Boden, sowie Frisch- und Trockenmasseerträge von Knollen, der Trockenmassegehalt, Nitrat, Stärke, äußere und innere Schäden der Kartoffeln bestimmt. Die statistische Auswertung der Versuchsdaten erfolgte mit dem Statistik-Software-Paket SPSS. Für den Test der Mittelwerte wurde der Tukey-Test verwendet.

## Ergebnisse und Diskussion

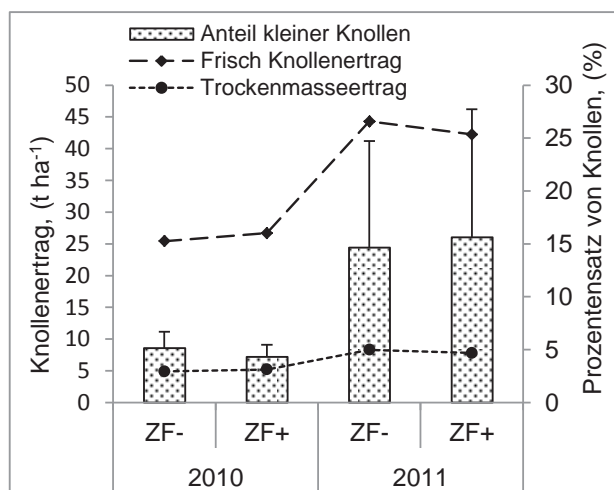
Der frische Knollenertrag war signifikant ( $P < 0,01$ ) durch das Versuchsjahr beeinflusst, die Unterschiede ergeben sich durch die Witterungsbedingungen, die im Kartoffelanbau eine wichtige Rolle spielen (Tein et al., 2014).

Die überwiegend trockenen Bedingungen während der Vor- und Nachsaison im Jahr 2009 verzögerten das Wachstum der Leguminosen-Vorfrüchte, wodurch die Mineralstickstoffverfügbarkeit im Boden für die folgende Hauptfrucht

Kartoffel im Jahr 2010 reduziert wurde. Unsere Ergebnisse in der vorliegenden Studie stehen im Einklang mit denen von de Kruijff et al. (2008), dass trockene Bedingungen die Auswirkungen des Luzerne-Mulch-N auf die labilen Boden N-Fractionen und auf die Folgekulturen minimieren. Der Kartoffelertrag, die Größenverteilung, der Nitrat- und Stärkegehalt in der Kartoffel wurden nicht durch die Vorfrucht über zwei Jahre beeinflusst, es gab auch keinen Einfluss der Zwischenfrucht auf den Kartoffelertrag, den Nitrat- und Stärkegehalt. Eine signifikante ( $P < 0,01$ ) Wechselwirkung zwischen Jahr und Zwischenfrucht wurde für Frisch- und Trockenmasse Knollenertrag und für kleine Kartoffelknollen gefunden (Abb. 1).

Günstig wirkten sich die Zwischenfrüchte auf den Ertrag nur im Jahr 2010 aus, als die Mineralstickstoffverfügbarkeit geringer war. Im Jahr 2011 wurde der Ertrag durch die Zwischenfrüchte sogar etwas verringert. Es gab keine signifikanten Effekte der Hauptfaktoren Vorfrucht und Zwischenfrucht und ihre Interaktionen hinsichtlich der Bodenfeuchte. Die Jahre hatten eine signifikante ( $P < 0,01$ ) Wirkung auf den Bodenmineralstickstoffgehalt im oberen (0 - 30 cm) Bodenprofil. Dies ist im Einklang mit Möller und Reents (2009). Allerdings wurde durch die Zwischenfrüchte der Bodenmineralstickstoffgehalt in 60-90 cm Bodentiefe im März nur 2010 signifikant ( $P < 0,01$ ) verringert (Abb. 2).

Im Durchschnitt beider Jahre wurden durch die verschiedenen Vorfrucht-Zwischenfrucht-Kombinationen die gleichen Mineralstickstoffgehalte im Boden und Kartoffelerträge erreicht. Allgemein konnten Zwischenfrüchte in einem fruchtbaren Boden nicht verlässlich zu einer Verbesserung des Knollenertrages und der Qualität der Kartoffel beitragen. Eine hohe Boden-N-Verfügbarkeit verzögert die Reife der Kartoffelknolle, wodurch der Anteil der kleinen Knollen bei günstigen Wetterbedingungen höher ist.



Legende: ZF-: ohne Zwischenfrucht, ZF+: mit Zwischenfrucht

Abbildung 1: Wechselwirkung zwischen Jahr und Zwischenfrucht für Knollenertrag und Knollengröße

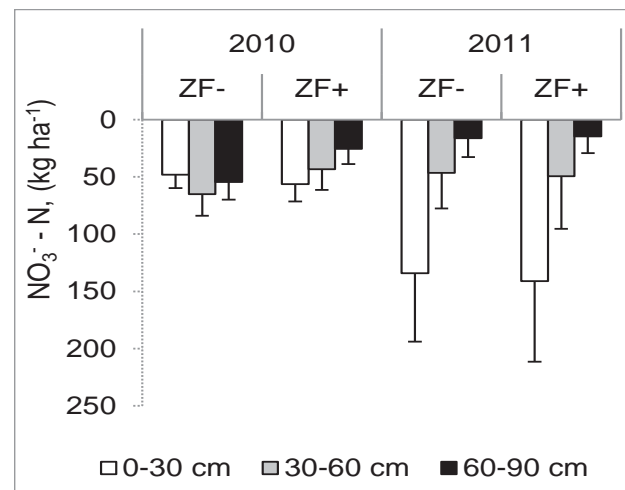


Abbildung 2: Bodennitratstickstoffgehalt im März nach Jahr und Zwischenfrucht

## Danksagung

Diese Studie wurde im Rahmen des Erasmus-Mundus-Programmes 2009-2012 durch EACEA finanziert durchgeführt.

## Literatur

- KÖPKE, U. 1995. Nutrient management in organic farming systems: the case of nitrogen. *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 11, 15-29.
- KRUIJFF, R. D., PIETSCH, G., FREYER, B. & FRIEDEL, J. K. 2008. Pre-crop effects of alfalfa management systems on inorganic soil nitrogen and cereals in organic farming under pannonian site conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171, 576-579.
- MÖLLER, K. & REENTS, H. J. 2009. Effects of various cover crops after peas on nitrate leaching and nitrogen. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 172, 277-287.
- RINNOFNER, T., FRIEDEL, K. J., DE KRUIFF, R., PIETSCH, G. & FREYER, B. 2008. Effect of catch crops on N dynamics and following crops in organic farming. *J. Agron. Sustain. Dev.*, 28, 551-558.
- TEIN, B., KAUER, K., EREMEEV, V., LUIK, A., SELGE, A. & LOIT, E. 2014. Farming systems affect potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber and soil quality. *Field Crops Research*, 156, 1-11.
- VAN DELDEN, A. 2001. Yield and growth components of potato and wheat under organic nitrogen management. *Agronomy*, 93, 1370-1385.
- ZEBARTH, B. J., DRUTY, C. F., TREMBLAY, N. & CAMBOURIS, A. N. 2009. Opportunities for improved fertilizer nitrogen management in production of arable crops in eastern Canada. *Can.J.Soi.Sci.*, 89, 113-132.



# Welcher Effekt ist durch Mulchen bei Kartoffeln im humiden Klimagebiet zu erwarten?

Waltraud Hein<sup>1\*</sup> und Hermann Waschl<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Das Aufbringen einer Mulchschicht auf Kartoffeln kann gegen Erosion, aber auch gegen Austrocknung helfen. Dabei werden verschiedene Materialien als Mulchschicht verwendet, sowohl Gras- und Kleeschnitt in angewelkter Form, aber auch Stroh.

In der Abteilung für Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde ab 2013 ein Mulchversuch bei Kartoffeln begonnen, der in erster Linie Wirksamkeit gegen die Probleme durch starke Trockenheit zeigen sollte. Jeweils 2 Sorten standen im Mulchversuch, ab 2013 am Standort Moarhof bei Trautenfels, ab 2014 auch am Standort Lambach Stadl-Paura. Die beiden Jahre 2013 und 2015 waren heiß und trocken, während 2014 ein eher feuchtes Jahr war. In den beiden trockenen Jahren konnten die Sorten unter Mulch, wobei hier langer, angewelkter Grasschnitt verwendet wurde, am Standort Moarhof gegenüber dem Vergleichsanbau ohne Mulch deutlich höhere Knollenerträge erzielen, im feuchten Jahr nicht. Am Standort Lambach zeigte die Mulchung auf Grund der extremen Bodenverhältnisse keine Wirkung, auch wenn vielleicht der Knollenansatz etwas höher war, aber für einen höheren Knollenertrag fehlte dann doch die nötige Feuchtigkeit; da genügte die Mulchschicht alleine nicht. Allerdings konnte durch die Mulchauflage kein Ansteigen von Pflanzenkrankheiten beobachtet werden.

**Schlagwörter:** Kartoffel (*Solanum tuberosum*), Grasschnitt als Mulchmaterial, Steigerung des Knollenertrages, Colletotrichum-Welke (*Colletotrichum coccodes*), Krankheitsbefall

## Summary

Mulching potatoes can be used against erosion or against drying-out. Therefore different materials are used like grass or clover which was cut before or straw.

The department for Organic Arable Farming of the Institute for Organic Farming and Biodiversity of the AREC Raumberg-Gumpenstein started a field trial with mulching the potatoes in the year 2013 which was planned against problems by drying-out. We used 2 varieties each year, 2013 only at Trautenfels, from the year 2014 as well as at Lambach Stadl-Paura. The two years 2013 and 2015 were hot and dry, however 2014 was a rather damp climate. In both dry years the variants under mulch could carry a higher yield than those without mulch but only at Trautenfels. In the wet year there was no effect of mulching. The effect of mulching at Lambach Stadl-Paura is superposed by the extreme soil conditions; even a better tuber size could not be changed to a higher yield because of lack of rainfall – the layer of mulching material was not enough. Plant diseases did not increase at the variants with mulching.

**Keywords:** Potatoes (*Solanum tuberosum*), grass cut as material for mulching, increasing the tuber yield, Colletotrichum-wilt (*Colletotrichum coccodes*), disease infestation

## Einleitung

Auch wenn Kartoffeln im Hinblick auf die klimatischen Voraussetzungen innerhalb der gemäßigten Zone relativ problemlos anzubauen sind, treten dennoch immer wieder Probleme mit ungünstigen Witterungsbedingungen auf. Zum einen kann dadurch die Pflanzenentwicklung beeinträchtigt sein, zum anderen kann es dadurch einen stärkeren Krankheits- oder Schädlingsdruck geben. Natürlich verursachen auch neu auftretende Krankheiten Probleme, vor allem, so lange sie noch nicht identifiziert sind oder mit anderen verwechselt werden. So war es auch bei *Colletotrichum coccodes*, einer Pilzkrankheit, die im Jahr 2010 in vielen Kartoffelanbaugesetzen Österreichs massiv aufgetreten

ist und bei manchen Sorten zu starken Ertragseinbußen geführt hat.

Dieser Schwächepilz tritt immer in Folge von extremen Witterungsverhältnissen auf, und zwar beim Wechsel von kalt - feucht auf warm - trocken und umgekehrt. Da diese abrupten Wechsel in der letzten Zeit fast jährlich wiederkehren, sind die Probleme mit *Colletotrichum coccodes*, der sogenannten Colletotrichum-Welke, häufiger geworden. Um vor allem auf besonders trockenen Standorten relativ einfach Abhilfe schaffen zu können, wurde von der Abteilung Ackerbau des Institutes für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Mulchversuch gestartet, über den im

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

\* Ansprechpartner: DI Waltraud Hein, [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

Folgenden berichtet wird.

## Material und Methoden

Die Versuche mit Mulch wurden an beiden Standorten der Abteilung Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt, das sind der Moarhof in Trautenfels (Stmk) und die Außenstelle Lambach Stadl-Paura (OÖ). Dazu wurden einige ausgewählte Sorten neben dem Sortenversuch, der ohne Mulchschicht angelegt wurde, rund 14 Tage nach dem Legen der Kartoffeln mit einer Mulchschicht aus langem, angewelktem Schnittgut versehen. Am Moarhof wurde der Versuch seit 2013 jährlich durchgeführt, in Lambach Stadl-Paura erst seit 2014.

Die Jahre 2013 und 2015 waren während der Sommermonate heiß und trocken, während 2014 ein feuchtes Jahr war. Die im Jahr 2013 verwendeten Sorten waren Ditta und Laura; 2014 stand die Sorte Laura nicht zur Verfügung, weshalb als zweite Sorte zu Ditta Alonso dazu kam. Auch im Jahr 2015 kamen die beiden Sorten Alonso und Ditta im Mulchversuch zum Anbau.

Grundsätzlich wurden im Mulchversuch dieselben Pflegemaßnahmen wie im Sortenversuch durchgeführt, allerdings konnte nach Aufbringung der Mulchschicht kein Häufeldurchgang mehr vorgenommen werden. Auf Grund dessen sollte neben dem Effekt gegen die Austrocknung auch ein möglicher Effekt gegen die Verunkrautung festgestellt werden.

## Ergebnisse

Die Knollenerträge der Mulchversuche vom Standort Moarhof aus den trockenen Jahren 2013 und 2015 liegen eindeutig über jenen derselben Sorten aus dem Sortenversuch ohne Mulchschicht. Im Jahr 2014 wurden im Mulchversuch wesentlich geringere Knollenerträge als bei denselben Sorten ohne Mulch erzielt. Abbildung 1 bringt das Gesagte in grafischer Form.

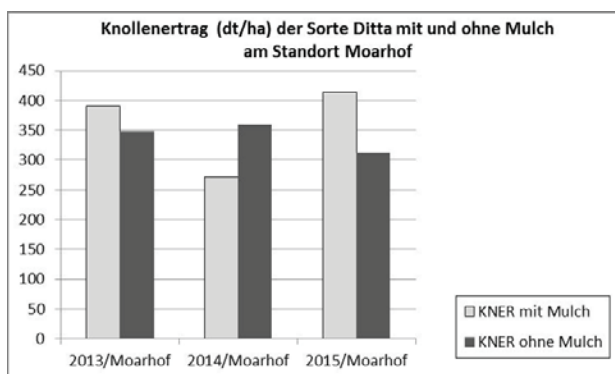


Abbildung 1: Knollenerträge der Sorte Ditta am Standort Moarhof mit und ohne Mulch

Bei den Versuchen in Lambach konnte in beiden Jahren kein Mehrertrag durch die Mulchvariante erzielt werden. Dieses Ergebnis dürfte doch sehr stark mit den extremen Bodenverhältnissen zusammenhängen, stehen die Kartoffeln in Lambach auf einer Pararendsina mit hohem Grobgehalteanteil über kalkreichem Niederterrassenschotter. Hier ist es schwierig, ohne Beregnung gute Knollenerträge zu erzielen, besonders in sehr trockenen Jahren. Auch wenn

Abbildung 2: Knollen pro 1 Staude ohne Mulch

**Abbildung 1: Knollenansatz je 1 Staude bei Mulchversuch im Vergleich zu den Sorten aus dem Sortenversuch ohne Mulch**

Standort	Sorte	mit Mulch	ohne Mulch
Lambach 2015	ALONSO	11	19
	DITTA	10	4
Moarhof 2013	LAURA	19	16
	DITTA	10	11
Moarhof 2014	ALONSO	10	14
	DITTA	16	23
Moarhof 2015	ALONSO	8	6
	DITTA	9	7



Abbildung 3: Knollen pro 1 Staude mit Mulch



durch die Mulchschicht die direkte Sonneneinstrahlung auf die Kartoffeldämme eingeschränkt ist, genügen selbst rund 50 t/ha Mulchgut nicht, um die darunter liegende Bodenschicht vor Austrocknung zu schützen. Wie sich bei einer Probegrabung Mitte Juli gezeigt hat, war der Knollenansatz bei der Sorte Ditta unter Mulch wesentlich höher, allerdings reichte die Feuchtigkeit dann nicht, um den guten Knollenansatz auch in einen nutzbaren Ertrag umzuwandeln.

Was den Krankheitsbefall betrifft, zeigte die Mulchvariante nicht zwangsweise auch einen stärkeren Befall mit

## Diskussion

Krautfäule, wie man zunächst vielleicht annehmen würde. Weder im Jahr 2013 noch 2014 konnte eine erkennbare Zunahme von Krankheiten am Feld oder bei einer Bonitur nach der Ernte festgestellt werden. Damit decken sich die Erfahrungen mit jenen von DÖRING et al. (2006) sowie GAMERITH et al. (2012), auch wenn dort andere Materialien zum Mulchen verwendet wurden und der Zweck des Mulchens ein anderer war. Allerdings waren die Mengen an Mulchmaterial bei DÖRING et al. (2006) wesentlich geringer, hier wird von Mengen zwischen 2,3 und maximal 8,5 t/ha Stroh berichtet. Die Angaben von GAMERITH et al. (2012) von rund 50 t/ha Grasschnitt dienen für den Mulchversuch der HBLFA Raumberg-Gumpenstein als Vor-

lage, wobei selbst diese hohen Mengen an Mulchmaterial bis zur Ernte fast vollständig verrottet waren.

## Literatur

- DÖRING, T., HEIMBACH, U., THIEME, T., FINCKH, M. und SAUCKE, H., 2006: Aspects of straw mulching in organic potatoes – 1. Effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. *Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzdienst*, 58, (3), 73-78, ISSN 0027-7479, Eugen Ulmer KG Stuttgart.
- GAMERITH, M., LIEBHARD, P., SCHREIBER, B., SIGL, G. und EIGNER, H., 2012: Einflüsse einer Dammbdeckung auf den Boden sowie auf Ertrag und Qualität bei Kartoffeln. Tagungsband der 67. ALVA-Jahrestagung, Wien, 158-160.



