



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Soja-Tagung 2015**

**im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerks**



**Schriftenreihe**

**6**

**2015**

**ISSN 1611-4159**

## **Impressum**

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

Redaktion: Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur  
Menzinger Str. 54, 80638 München  
E-Mail: [Agraroeconomie@LfL.bayern.de](mailto:Agraroeconomie@LfL.bayern.de)  
Telefon: 089 17800-111

1. Auflage: November 2015

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 15,00 Euro

© LfL

## Soja-Tagung 2015

im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerks  
am 26. - 27. November 2015 in Freising



Projekt und Veranstaltung werden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Bundestages im Rahmen der BMEL-Eiweißpflanzenstrategie.

## Tagungsband



# Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>Grußwort des Bayerischen Staatsministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Helmut Brunner</b> .....	9
<b>Vorwort der Veranstalter</b> .....	10
<b>Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Sojabohnen in Deutschland (Soja-Netzwerk)</b> .....	11
Nina Weiher, Martin Miersch, Klaus Mastel und Dirk Vollertsen	
<b>Soja-Anbaupotentiale und Absatzmöglichkeiten in Deutschland</b> .....	14
Jürgen Recknagel	
<b>Soja-Wertschöpfungsketten Lokal – Regional – Überregional</b> .....	21
Matthias Krön	
<b>Bereitstellung von Lebensmitteln mit heimischem GVO-freiem Eiweiß – eine Herausforderung für den Lebensmitteleinzelhandel</b> .....	24
Thomas Gutberlet	
<b>Was treibt den Veggie-Boom? - Aktuelle Trends im Kaufverhalten der Verbraucher</b> .....	25
Wolfgang Adlwarth	
<b>Einsatzmöglichkeiten von Sojaprodukten aus heimischem Anbau in der Nutztierfütterung</b> .....	26
Gerhard Bellof	
<b>Herausforderung Sojazüchtung</b> .....	33
Volker Hahn	
<b>Soja-Saatguterzeugung im Amtlichen Anerkennungsverfahren</b> .....	36
Gerda Bauch	
<b>Herausforderung Soja-Saatguterzeugung: Erfahrungen aus Europa und Nordamerika</b> .....	38
Martin Miersch	
<b>Herausforderung Sojavermehrung in Deutschland</b> .....	39
Stefan Pohl	
<b>Öko-Futtersoja in Bayern - Vom Landwirt zum Kunden</b> .....	42
Maria Bär und Andreas Hopf	

<b>Regionale Futtermittel: Bayerisches Soja für UNSER LAND Lebensmittel.....</b>	<b>46</b>
Josef und Ludwig Asam	
<b>Regionale Futtermittel - Ein Erfolgsrezept für die Zukunft .....</b>	<b>50</b>
Bernhard Stoll	
<b>Vermarktung von Öko-Soja in Nord- Westdeutschland .....</b>	<b>51</b>
Alexander Krahn	
<b>Saattechnik- und Saatstärkeversuch zu Sojabohnen.....</b>	<b>53</b>
Alois Aigner und Georg Salzeder	
<b>Interaction between <i>Pratylenchus</i> species and soybean in Germany.....</b>	<b>57</b>
Ahmed Elhady, Johannes Hallmann und Holger Heuer	
<b>Genomik-basierte Verbesserung des heimischen Sojazuchtmaterials und Etablierung eines molekularen Screeningsystems für Soja-Pathogene.....</b>	<b>60</b>
Volker Hahn, Christiane Balko, Max Haupt, Daniela Hirschburger, Willmar Leiser, Alena Pfeiffer, Karl Schmid, Ralf T. Vögele und Tobias Würschum	
<b>Auftreten und Vermehrungsrate pflanzenparasitärer Nematoden an Soja .....</b>	<b>62</b>
Johannes Hallmann, Ahmed Elhady, Holger Heuer	
<b>Biologischer Sojabohnenanbau auf unterschiedlichen Standorten in Oberösterreich 2010 - 2014 (Ergebnisse aus den Versuchen des Bionet-Projektes) .....</b>	<b>68</b>
Waltraud Hein und Hermann Waschl	
<b>Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online-Prozesssteuerung über Nahinfrarot-Spektroskopie (SojaNIRS) .....</b>	<b>72</b>
Dominik Hoffmann, Konstanze Kraft, Daniel Brugger, Wilhelm Windisch, Stefan Thurner	
<b>Analysis of species spectrum of <i>Diaporthe/Phomopsis</i> complex in soybean seeds .....</b>	<b>75</b>
Behnoush, Hosseini, Abbas El-Hasan and Ralf Thomas Voegele	
<b>Untersuchung der Wirksamkeit des Sojaimpfmittels Rizoliq Top unter standardisierten Bedingungen.....</b>	<b>76</b>
Fabio Montero, Guido Ramírez Cáceres und Christian Renner	
<b>Prüfung und Entwicklung von Sojabohnenzuchtmaterial für die Fütterung .....</b>	<b>81</b>
Christine Riedel, Bianca Büttner, Joachim Eder, Stefanie Gellan und Günther Schweizer	
<b>Anbaueignung für Sojabohnen in Bayern.....</b>	<b>84</b>
Robert Schätzl, Harald Maier, Wolfgang Janssen, Martina Halama und Alois Aigner	

<b>Ackerbauliche Auswertung von Praxiserhebungen im Rahmen der Betriebsnetzwerke der Eiweißpflanzenstrategie .....</b>	<b>88</b>
Harald Schmidt	
<b>Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatgutbeigaben.....</b>	<b>91</b>
Beatrice Tobisch, Günther Leithold, Jennifer Schmidt und Klaus-Peter Wilbois	
<b>Mulchsaat von Soja in abfrierende Zwischenfrüchte im ökologischen Landbau .....</b>	<b>94</b>
Peer Urbatzka, Markus Demmel und Florian Jobst	
<b>Einfluss verschiedener Techniken der Beikrautregulierung auf Deckungsgrad und Kornertrag beim Anbau von Öko-Soja .....</b>	<b>99</b>
Peer Urbatzka, Markus Demmel und Florian Jobst	
<b>Vorstellung des Projektes „Bestimmung des Vorfruchtwertes und der N<sub>2</sub>-Fixierleistung sowie Reduzierung der Bodenbearbeitung beim Anbau von Soja“ .....</b>	<b>104</b>
Peer Urbatzka, Jürgen Recknagel und Andreas Butz	
<b>Landnutzungsänderungen in Südamerika für den Anbau von Soja.....</b>	<b>108</b>
Birgit Wilhelm	
<b>Vollständiger Ersatz von importiertem Sojaextraktionsschrot durch Erbsen, Rapsextraktionsschrot und Sojabohnen bei weiblichen Mastschweinen.....</b>	<b>112</b>
Bernhard Zacharias, Siegmund Benz, Marion Hennig, Hansjörg Schrade, Tanja Zacharias	





## **Grußwort des Bayerischen Staatsministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Helmut Brunner**

Sehr geehrte Damen und Herren,

es freut mich sehr, dass die Soja-Tagung des bundesweiten Soja-Netzwerks vom 26. bis 27. November 2015 in Freising stattfindet. Das im September 2013 ins Leben gerufene Sojanetzwerk ist ein wichtiger Baustein für die Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verarbeitung von Sojabohnen in Deutschland.

Bayern war mit dem 2011 ins Leben gerufenen Aktionsprogramm „Heimische Eiweißfuttermittel“ Impulsgeber und Trendsetter im Bund. Mit dieser Initiative will Bayern unabhängiger von gentechnisch veränderten Soja-Importen aus Übersee werden. Unser Aktionsprogramm trägt eindeutig Früchte: Der beachtliche Anstieg des Anbauumfangs von Körnerleguminosen um 74 % auf 32.000 ha ist der beste Indikator für den Erfolg der Eiweißinitiative. Das im Jahr 2011 gesteckte Ziel, den Sojaanbau auf 5.000 ha zu verdoppeln, haben wir bereits heuer mit 7.300 ha übertroffen. Mit der Anbauausdehnung heimischer Eiweißpflanzen konnte bereits jetzt der Einsatz von Übersee-Soja in der Rinderhaltung um 37 % reduziert werden.

Immer mehr Menschen bevorzugen regionale Wirtschaftskreisläufe nach dem Motto „regional handeln, global denken“. Die Bürger erwarten eine klimaschonende und nachhaltige Landwirtschaft und sie schätzen möglichst naturbelassene Lebensmittel. Sie stehen der Verwendung gentechnisch veränderter Futtermittel und gentechnisch veränderten Nahrungsmittel kritisch gegenüber. Dadurch ergeben sich Marktchancen für Produkte „ohne Gentechnik“.

Nun gilt es, diese im Inland produzierten Produkte wie Milch, Eier und Fleisch am Markt zu etablieren und einen entsprechenden Mehrerlös zu erzielen, um den Mehraufwand, der durch die Verwendung von heimischen Soja entsteht, zu decken. Dafür muss die Bereitschaft zur Zusammenarbeit für die Bildung entsprechender Wertschöpfungsketten von Landwirten, Verarbeitern und Lebensmitteleinzelhandel geweckt werden.

Die vom 26. bis 27. November stattfindende Soja-Tagung des bundesweiten Soja-Netzwerks in Freising bietet eine gute Gelegenheit, Erfahrungen zwischen Wissenschaftlern, Praktikern sowie Vertretern aus Politik und Handel auszutauschen. Der Tagung wünsche ich guten Erfolg!



Helmut Brunner

Bayerischer Staatsminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## Vorwort der Veranstalter

Die Landwirtschaft hat mehr als eine Aufgabe.

Neben der Herstellung gesunder, sicherer und qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel in ausreichendem Umfang geht es heute mehr denn je um eine möglichst ressourcenschonende, nachhaltige Bewirtschaftung von landwirtschaftlichem Grund und Boden, eine artgerechte Haltung der Nutztiere und eine insgesamt konsequente Beachtung von Natur- und Umweltschutz.

Eine klimaverträgliche Gestaltung der gesamten Wertschöpfungskette wird bei der Frage nach gesamtgesellschaftlicher Anerkennung der Land- und Ernährungswirtschaft zusätzlich an Bedeutung gewinnen.

Die regionale Verflechtung der Wirtschaftsbeteiligten, kurzwegige Warenströme, und insgesamt überschaubare und damit auch transparente Herstellungs- und Vertriebsabläufe sind relevante Kriterien einer von kritischen Kunden akzeptierten Form von modernem Agribusiness.

Mit der Etablierung und weiteren Ausdehnung des bayerischen und deutschen Sojaanbaus ist nicht nur eine Stärkung der heimischen Landwirtschaft verbunden sondern steht ein sinnvolles, zusätzliches Fruchtfolgeglied zur Verfügung, das einen wertvollen, auch als Greeningmaßnahme anerkannten Beitrag zur ökologischen Flächennutzung, leistet.

Bei einem Gesamtbedarf der deutschen Landwirtschaft von rund 4,5 Mio. Tonnen ist zwar der Anteil von heimischer Produktion derzeit noch gering, aber der zuletzt rasante Zuwachs der Soja-Anbauflächen auf aktuell ca. 17.000 ha in Deutschland (Bayern: 7300 ha) zeigt größere Potentiale, als bisher angenommen.

Es stellt sich also die Frage: Welches Potenzial hat die Pflanze in Deutschland?

Wie und wo kann die weitere Ausweitung des ökologischen und konventionell gentechnikfreien Sojaanbaus und der Verarbeitung in Deutschland gelingen?

Wie sind verlässliche Liefer- und Wertschöpfungsketten erfolgreich zu etablieren und wer sind die wichtigsten Akteure?

Darüber diskutierten Wissenschaftler, Praktiker sowie Vertreter aus Politik und Handel auf dieser Sojatagung, die mit 14 Referenten sowie 17 Posterbeiträgen einschlägige Erfahrungen sowie aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse vorträgt und zur Diskussion stellt.

Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die Förderung und Unterstützung sowie allen, die sich bei dieser Tagung aktiv eingebracht und zum Gelingen beigetragen haben.

Christian Stockinger  
Vizepräsident der  
Bayerischen Landesanstalt  
für Landwirtschaft (LfL)

Josef Wetzstein  
Vorsitzender der Landesvereinigung  
für den ökologischen Landbau in  
Bayern e.V. (LVÖ)

## Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Sojabohnen in Deutschland (Soja-Netzwerk)

Nina Weiher<sup>1</sup>, Martin Miersch<sup>2</sup>, Klaus Mastel<sup>3</sup> und Dirk Vollertsen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

<sup>2</sup>Life Food GmbH/Taifun Tofu

<sup>3</sup>Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

<sup>4</sup>Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V.

E-Mail: [nina.weiher@LfL.bayern.de](mailto:nina.weiher@LfL.bayern.de)

### Zusammenfassung

Das Verbundvorhaben "Soja-Netzwerk" ist Teil der Eiweißpflanzenstrategie des Bundes und wird von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V. (LVÖ), dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) sowie der Life Food GmbH/Taifun Tofuprodukte bearbeitet. Ziel des Netzwerks ist die Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Sojabohnen in Deutschland.

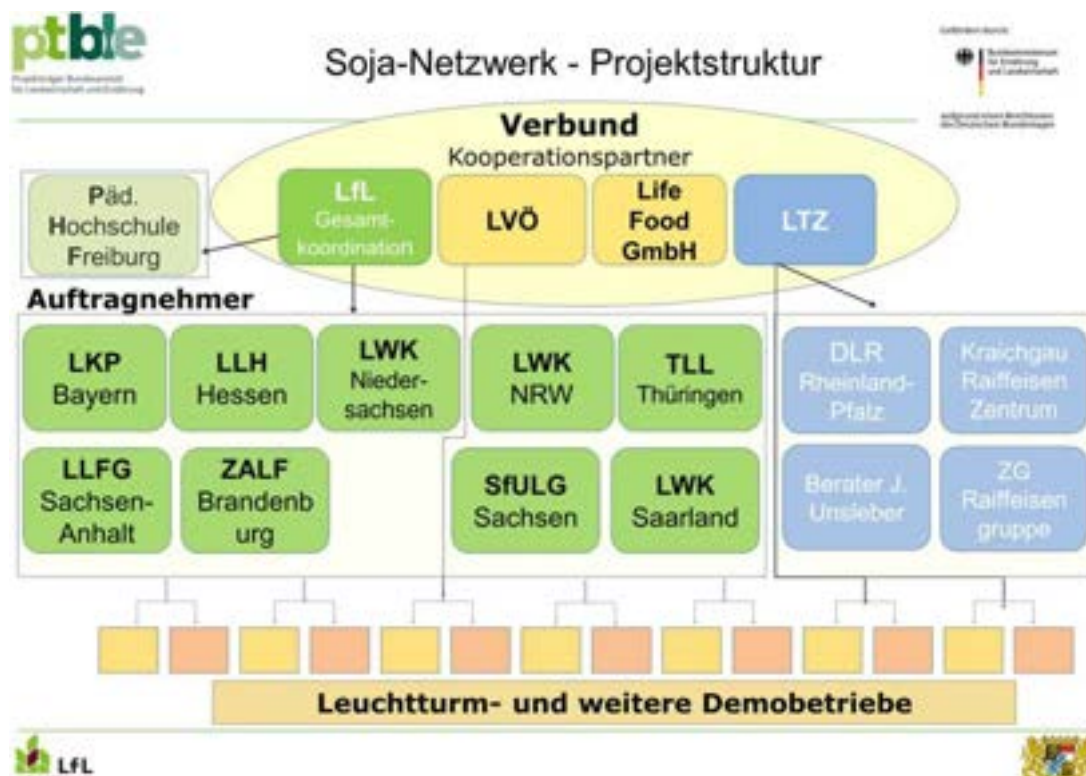


Abb. 1: Soja-Netzwerk – Projektstruktur

Verschiedene Maßnahmen kurbeln den heimischen Sojaanbau an. Wichtiger Bestandteil des Projekts sind die bundesweit 120 Demonstrationsbetriebe, auf denen aktuelle Erkenntnisse aus der Soja-Forschung in die Praxis umgesetzt werden. Zudem werden schlagbezogene Daten zum Sojaanbau, Fruchtfolgen sowie Vergleichs- und Nachfrüchten erfasst und ausgewertet. Im Zuge des Datenmanagements findet über die Erhebung pflanzenbaulicher Daten einerseits eine detaillierte Beschreibung des Sojabohnenanbaus in den im Netzwerk beteiligten Betrieben statt. Es werden Parameter, wie zum Beispiel zu Sorten, Aussaatzeitpunkt, Bestandspflege, Ernte und Verwertung der Sojabohnen erfasst und analysiert. Andererseits wird unter Verwendung weiterer Kennzahlen eine ökonomische Analyse durchgeführt. Anhand der Systematik des Deckungsbeitrages findet eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Sojabohnenanbaus statt, wobei die Leguminose auch verschiedenen Alternativkulturen gegenübergestellt wird. Darüber hinaus steht eine Abschätzung der Vorfruchtwirkung der Sojabohne im Fokus. Hierzu liefern Deckungsbeiträge der Nachfrüchte nach Sojabohnen bzw. nach den Vergleichsfrüchten wesentliche Erkenntnisse. Neben Daten aus Praxisschlägen werden auch Kennzahlen, wie zum Beispiel Sojasorten, Saattiefen oder Saatstärken, in den verschiedenen Demonstrationsanlagen erhoben.

Eine der Hauptaufgaben des Soja-Netzwerks ist der Wissensaustausch zwischen Forschung, Beratung und Praxis. Daher bieten alle Projektpartner in 11 Bundesländern über die gesamte Projektlaufzeit Maßnahmen wie Feldtage, Seminare und Vortragsveranstaltungen an. 2014 wurden bundesweit 17 Feldtage und 38 Felderbegehungen veranstaltet, die jährliche Soja-Exkursion führte die Teilnehmer 2014 nach Oberösterreich und 2015 vom Oberrheingraben bis in die Westschweiz. Zur Verbesserung der Verwertung von Soja in Deutschland werden drei modellhafte Wertschöpfungsketten konzipiert, bei denen vom Feld bis zum Futter oder Lebensmittel alle maßgebenden Stationen analysiert werden. Zudem wird von der Pädagogischen Hochschule Freiburg ein Unterrichtskonzept zum Thema „Pflanzliche Eiweiße für die Ernährung des Menschen aus nachhaltiger Landwirtschaft am Beispiel Soja“ erstellt. Auf der Projektwebsite [www.sojafoerderring.de](http://www.sojafoerderring.de) werden umfassende Informationen zu Anbau und Verwertung von Soja bereitgestellt.

Das Landwirtschaftliche Zentrum für Sojaanbau und Entwicklung (LZ Soja) des Tofuherstellers Taifun bringt seine langjährige Sojakompetenz in das Projekt ein. Die Experten des LZ Soja recherchieren das umfangreiche globale Sojawissen und führen Expertengespräche. Es wird geprüft was auf deutsche Verhältnisse übertragbar ist. Besonders innovative Techniken werden auf Demonstrationsbetrieben erprobt. Zu 35 Schwerpunktthemen, z. B. Blattdüngung, Diaporthe/Phomopsis, Schneller Einweichtest, werden ausführliche Darstellungen erarbeitet. Zu fünf Themen werden zusätzlich Lehrvideos gedreht. Im Rahmen von Expertenrunden wird der Stand des Wissens mit Beratern, Praktikern und Wissenschaftlern reflektiert. Das Wissen wird auf der Website [www.sojafoerderring.de](http://www.sojafoerderring.de) dargestellt. Diese Site wurde vom LZ Soja neu aufgestellt und dient zugleich als Projektwebsite. Ausgewählte Themen werden zusätzlich über landwirtschaftliche Fachzeitschriften veröffentlicht.

Neben dem Arbeitspaket „Wissen“ wird das Arbeitspaket „Modellhafte Wertschöpfungskette Lebensmittelsoja“ vom LZ Soja bearbeitet. Es wird ein Konzept erstellt und umgesetzt, mit dem innerhalb von zwei Jahren zehn neue Sojaerzeuger für den Vertragsanbau von Tofu-Sojabohnen gewonnen werden können. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in eine Broschüre „Erfolgreicher Vertragsanbau von Tofu-Sojabohnen in Deutschland“ ein.

Darin werden fördernde Faktoren, aber auch mögliche Schwierigkeiten, Hindernisse und Flaschenhälse herausgearbeitet.

Das LTZ Augustenberg arbeitet mit 38 Demonstrationsbetrieben in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg zusammen, die die Aufgaben als Leuchtturm- (13) oder Datenerfassungsbetrieb (25) übernehmen. 2015 wurden 13 Feldtage bzw. -begehungen, eine Lehrfahrt in den Oberrheingraben und die Westschweiz sowie ein Seminar zur Wertschöpfung in der Schweinemast mit jeweils bis zu 100 Teilnehmern durchgeführt. Über aktuelle Fragen zu Anbau, Verfütterung und Markt wurde zusätzlich über Infobriefe, Beiträge im Internet und in der Fachpresse sowie in Vorträgen aktuell informiert.

Zur Verbesserung der Verwertung von Sojabohnen wird eine modellhafte Wertschöpfungskette für konventionelle, gentechnikfreie Futtersojabohnen gemeinsam mit den Projektpartnern Kraichgau Raiffeisen Zentrum eG Eppingen (KRZ) und der ZG Raiffeisen Gruppe (ZG) konzipiert, wobei vom Feld bis zum Futter alle Beteiligten berücksichtigt und zusammengeführt werden. Aufgabe des KRZ ist u.a. die Potenzialanalyse und Steigerung der Wertschöpfungskette bei Futtersoja mit Erbsen-Soja-Gemisch, Aufgabe der ZG ist u.a. die Optimierung der Saatgutvermehrung und Saatgutaufbereitung. Fördernde Faktoren der Wertschöpfungskette sind derzeit: Gentechnikfreiheit, Regionalität und veränderte agrarpolitische Rahmenbedingungen ab 2015 (Greening); Hemmende Faktoren sind: Vermarktung sowie Saatgutversorgung und Saatgutsicherheit.

Die LVÖ hat innerhalb des Soja-Netzwerks unter anderem die Betreuung von 29 Öko-Demonstrationsbetriebe übernommen. Auf 10 Öko-Leuchtturmbetrieben in Bayern fanden 2015 Feldtage und Feldbegehungen mit insgesamt über 500 Besuchern statt. Informationen zu aktuellen Fragen des Öko-Sojaanbaus erhielten Landwirte und andere Interessenten zudem durch die Bio-Soja Bayern, den regelmäßig erscheinenden Soja-Newsletter der LVÖ. Ein wichtiger Arbeitsschwerpunkt der LVÖ ist außerdem der Aufbau einer modellhaften Wertschöpfungskette für Öko-Futtersoja. Hierfür wurden die Strukturen der Erfassung, Aufbereitung und Verarbeitung von Öko-Futtersoja in Bayern analysiert. In Gesprächen mit Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette konnten Informationen über Schwachstellen und Lösungsansätze gewonnen werden. Die langen Transportwege zu den wenigen Aufbereitungsanlagen stellen ein entscheidendes Hemmnis für die Ausweitung des Sojaanbaus in Bayern dar. Daher ist ein intensiver Ausbau der Infrastruktur zur Erfassung und Aufbereitung von Soja wichtig. Kritisch ist auch die unzureichende Auslastung der Aufbereitungsanlagen für Futtersoja (nur zu knapp 50 %). Dieser Problematik wird durch die Konzeption innovativer Vertragsproduktion entgegengewirkt. Im Laufe des Projektes werden exemplarische Wertschöpfungsketten begleitet. Die gewonnen Erkenntnisse dienen als Grundlage für einen praxisgerechten Leitfadens.

## **Dank und Förderung**

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie, wofür wir uns an dieser Stelle bedanken.

# Soja-Anbaupotentiale und Absatzmöglichkeiten in Deutschland

Jürgen Recknagel

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg  
E-Mail: [juergen.recknagel@ltz.bwl.de](mailto:juergen.recknagel@ltz.bwl.de)

## Zusammenfassung

Das biologische Anbaupotential für Sojabohnen wird in erster Linie durch die verfügbaren Wärmesummen im Zeitraum Mai bis September sowie eine ausreichende Wasserversorgung in den Sommermonaten Juli und August bestimmt. Gemäß der Auswertung von Wetterdaten der Jahre 1981 - 2009 sind diese Voraussetzungen in weiten Teilen Deutschlands, in denen auch Körnermais abreift, grundsätzlich gegeben, was durch Versuchsergebnisse bestätigt wird. In der Praxis reduziert sich das Anbaupotential für Sojabohnen jedoch dort, wo andere Kulturen im Deckungsbeitrag überlegen sind oder wo Probleme mit der Unterbringung von Wirtschaftsdünger bestehen. In Abhängigkeit von den Preisrelationen zu Getreide und Mais dürfte das kommerzielle Anbaupotential für Sojabohnen in Deutschland deshalb etwa 20 - 30 % der Körnermaisfläche (rund 500.000 ha in den Jahren 2008 - 2014), also 100.000 - 150.000 ha betragen. Davon sind 2015 rund 17.000 ha realisiert.

Die Absatzmöglichkeiten liegen potentiell weit über dem Anbaupotential, da Deutschland jährlich rund 3,6 Mio. Tonnen (t) Sojabohnen importiert. Hinzu kommen Sojaschrot-Nettoimporte von über 1 Mio. t/Jahr. In der EU liegt der Soja-Selbstversorgungsgrad bei etwa 3 %. Der Bedarf für die direkte menschliche Ernährung dürfte in Deutschland inzwischen etwa 45.000 t erreichen, davon etwa ein Drittel ökologisch. Hier sowie bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel auf der Basis von regionalen, gentechnikfreien Futtermitteln bestehen Absatzmöglichkeiten mit Preisauflagen gegenüber Importsoja aus Amerika und Asien. Voraussetzung, um diese Chancen auch praktisch zu nutzen, ist eine enge Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette vom Anbau, unter Einbeziehung von Züchtung und Anbauberatung, über die Erfassung und Aufbereitung bis hin zur Vermarktung mit spezieller Kennzeichnung. Erfolgreiche Beispiele, sowohl im Bereich der Direktvermarktung (z. B. Eier) als auch im Bereich des Vertragsanbaus für Lebensmittel- (Tofu, ...) und Futtermittelhersteller (für Eier, Fleisch, Milch), finden sich sowohl für die ökologische als auch für die konventionellen Erzeugung.

## Abstract

The biological production potential for soybeans is mainly determined by the heat sums available from Mai through September in combination with a sufficient water supply during summer (July, August). As the evaluation of meteorological data from 1981 - 2009 shows, those conditions are fulfilled in large parts of Germany, where maize can be harvested as corn. This has been confirmed by experimentation. In practice the production potential for soybeans is reduced by more rentable crops or by the need for livestock effluent application. Depending on the price relation soy: corn, the commercial cultivation

potential may reach 20 - 30 % of the area of maize harvested as corn (during 2008 - 2014 around 500.000 ha), that means 100.000 to 150.000 ha. In 2015 have been cultivated 17.000 ha.

The market potential lies far above the production potential as Germany imports 3,6 Mio. t of soybeans a year plus more than 1 Mio. t of soybeanmeal (net). Self-sufficiency in the EU for soybeans amounts to only 3%. The market for direct human consumption is supposed to reach about 45.000 t/year, thereof one third organic. Here as well as for the production of animal products with regional, non-GMO feedstuff exist markets with a bonus on the price of imported soy from the Americas and Asia. In order to benefit from this, the value-adding chain from the farmers, assisted by breeders and councellors, through collectors and processors up to the specially branded commercialisation, must be well organised. Successful examples exist as well in direct-marketing (e.g. eggs) as in contractual marketing for food (tofu, drinks,...) and food (for eggs, meat and milk), in both production systems, organic and conventional.

## **Einleitung und Zielsetzung**

Die Sojabohne zählt heute zu den größten Welthandelskulturen. Haupterzeugungsländer sind Süd- (> 50 %) und Nordamerika (> 1/3) sowie mit deutlichem Abstand Ostasien, die ursprüngliche Heimat der Sojabohne. Europa spielt im Anbau bisher mit kaum 1 % eine nachrangige Rolle, wobei die Anbauschwerpunkte im nördlichen Mittelmeerraum und auf dem Balkan liegen. Aufgrund seiner hohen Eiweißqualität und guten Verfügbarkeit ist Soja auch in der europäischen Tierfütterung in Form von Sojaextraktionsschrot zum bedeutendsten Eiweißfuttermittel geworden: Jährlich importiert Deutschland 3,6 Mio. t Sojabohnen und bis zu 1,5 Mio. t Sojaschrot (netto) (LEL/LfL 2015, AMI 2015), die EU etwa 14 Mio. t Soja bei einem Selbstversorgungsgrad von 3 %. Die weitgehende Umstellung des amerikanischen Anbaus auf glyphosatresistente GVO-Sorten bewirkte, dass insbesondere GVO-freie Sojabohnen in den letzten Jahren immer wieder knapp und damit auch teurer wurden, was bei den europäischen Importeuren zu einem Nachdenken über die Perspektiven der Versorgung führte. Waren es zuerst wenige Lebensmittelhersteller aus dem Ökobereich, so bemühen sich inzwischen auch größere konventionelle Hersteller tierischer Erzeugnisse um den Bezug von GVO-freien Sojabohnen aus Europa und gehen dafür auch vertragliche Bindungen mit Erzeugern bzw. deren Organisationen ein. Dies verlieh dem Sojaanbau in Europa seit 2009 zunehmend Impulse, die 2015 durch die Anrechenbarkeit von Soja auf die Greening-Verpflichtungen der EU-Landwirte mit dem Faktor 0,7 noch weiter verstärkt wurden.

## **Anbaupotential**

Wie die Kartoffel und der Mais zählt die Sojabohne zu den Kulturpflanzen, die erst in den letzten Jahrhunderten nach Europa kamen. Während der ebenfalls wärmebedürftige Mais durch die Hybridzüchtung ab den 50er Jahren des letzten Jahrtausends rasch Fortschritte in Ertrag und Reifeverfrühung machte, die ihn inzwischen bereits bis nach Südkandinavien vordringen lassen, war dies der Sojabohne als Selbstbefruchter nicht vergönnt, so dass sich ihr Anbau in Europa bis vor 30 Jahren noch auf die Gebiete südlich der Alpen und den Balkan konzentrierte. Dank der kanadischen Züchtungsprogramme für früher abreifende Sojasorten Ende des 20. Jahrhunderts kamen Sorten der Reifegruppen 00 und 000

auf den Markt, die auch nördlich der Alpen sicher abreifen und bereits Anfang der 90er Jahre zu einer Anbaufläche von 50.000 ha in Österreich beitrugen. Weitere Züchtungserfolge, seit den 1990er Jahren auch in Europa, verbreiterten das Sortenangebot, so dass inzwischen über 50 Sorten dieser Reifegruppen alleine im österreichischen Sortenkatalog stehen (EU, 2015), die sich, wie ein von 2011 - 2013 laufendes BLE-Projekt zeigen konnte, auch für den Anbau nördlich der Alpen eignen (Wilbois, K.-P. et al., 2015).

Das Anbaupotential der Sojabohne wird, wie auch beim Mais, in erster Linie vom Wärmeangebot in den Monaten April bis September bestimmt. Bei einer Saat im April oder Anfang Mai sollte die Bohne bis Ende September abreifen, da die Trocknungskraft der Sonne im Oktober oft nicht mehr ausreicht, die Bohnen zu trocknen, insbesondere, wenn sich diese nach Niederschlägen oder bei Nebel wieder mit Wasser vollsaugen. Unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands kann man davon ausgehen, dass dies bei der Aussaat von 000-Sorten überall dort gewährleistet ist, wo auch mittelfrüher Körnermais abreift. In Weinbaugebieten oder Gegenden, wo auch späte Körnermaissorten abreifen, reifen auch 00-Sorten ab, mit denen sich tendenziell höhere Erträge realisieren lassen. Ist die Wärmesumme für die Abreife der gewählten Sorte ausreichend, so wird die Höhe der Erträge durch die Wasserversorgung im Sommer, von der Blüte ab Ende Juni bis zur Kornfüllung im August bzw. bis Anfang September, bestimmt. Dabei können Perioden vorübergehender Niederschlagsdefizite durch gute Böden mit hoher Wasserspeicherfähigkeit überbrückt werden. Verschneidet man die Wärmesummen vom 01. Mai - 15. September mit den Niederschlagssummen im Zeitraum 01. Juni - 31. August der Jahre 1981 - 2009 sowie mit den Bodengütekarten, so lässt sich die folgende Karte der Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland erstellen:

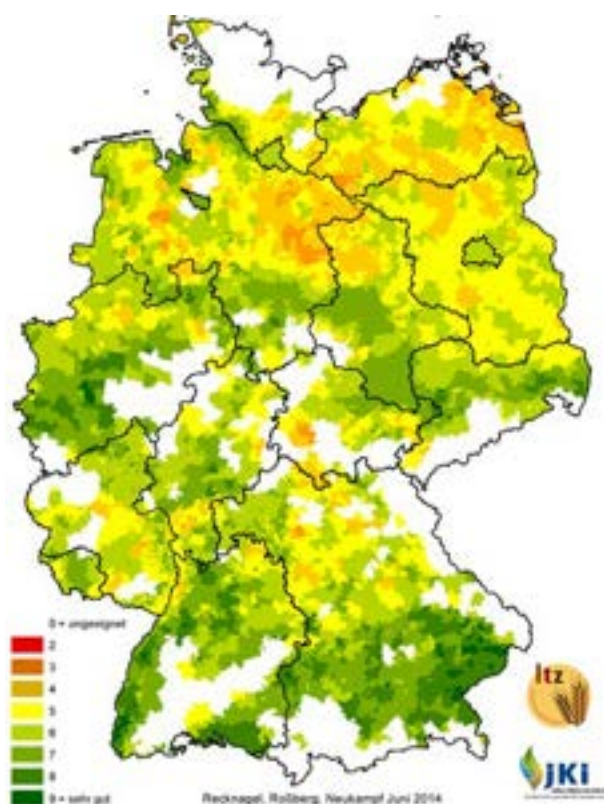


Abb. 1: Pedoklimatische Anbaueignung für Sojabohnen in Deutschland



Ist die Wasserversorgung ausreichend, fördert auch eine hohe Sonneneinstrahlung während der Blüte den Hülsenansatz. Unter diesem Aspekt ergeben sich gewisse Einschränkungen bei der Anbaueignung für Nordwestdeutschland und zusätzliche Vorteile für den Süden und Osten der Republik.

Von der Aussaat bis zur Blüte erträgt die Sojabohne Trockenheit und Frost besser als beispielsweise Mais oder Zuckerrüben. Im Interesse der Anbausicherheit sollten dennoch Kaltluftsenken gemieden und warme, südexponierte Lagen bevorzugt werden.

Gründe für eine mangelhafte Realisierung des Ertragspotentials in der Praxis sind häufig eine schlechte Qualität des Saatguts, die zu reduziertem und ungleichmäßigem Feldaufgang führt, sowie erhöhte Unkrautkonkurrenz, die dadurch ebenfalls gefördert wird. Aufgrund der begrenzten Auswahl an Herbiziden muss die Unkrautbekämpfung konventionell weitestgehend im Voraufbau erfolgen. Für deren Erfolg ist eine ausreichende Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Saat erforderlich. Zu viel Feuchtigkeit während der Jugendentwicklung beeinträchtigt die im ökologischen Anbau erforderliche mechanische Unkrautbekämpfung und führt häufig zu übermäßiger vegetativer Entwicklung der Sojabohne mit nachfolgendem Lager bei weniger standfesten Sorten. Einige Unkräuter wie Winden oder Schwarzer Nachtschatten lassen sich mit den verfügbaren Mitteln nicht wirksam bekämpfen, so dass damit belastete Flächen für den Anbau von Soja ausscheiden, zumal auch keine Desikkation zur Ernteerleichterung erlaubt ist. Der Krankheits- und Schädlingsbefall ist deutlich geringer als bei anderen Leguminosen und Ölpflanzen. Deshalb ergeben sich auch geringere Restriktionen für die Fruchtfolgeplanung; Anbauabstände von drei bis vier Jahren gelten als unproblematisch.

Ein weiterer Einflussfaktor für das Anbaupotential von Sojabohnen ist die relative Vorzüglichkeit im Betrieb. Hierbei spielen die Deckungsbeitragsverhältnisse zu den im Betrieb jeweils in Konkurrenz stehenden Feldfrüchten, insbesondere Körnermais, Winterraps und Winterweizen eine Rolle, aber auch Fragen der Fruchtfolgegestaltung, der Wirtschaftsdüngerverwertung sowie der Arbeitswirtschaft. Dies kann dazu führen, dass die Sojabohne an den günstigsten Standorten beispielsweise durch Körnermais verdrängt wird, wenn dieser nicht aus Fruchtfolgegründen, z. B. wegen Maiswurzelbohrer, ausgesetzt werden muss. Auf der anderen Seite kann sich Soja auch auf ungünstigeren Standorten durchsetzen, wenn andere Kulturen unter diesen Verhältnissen stärker leiden, wie z. B. Winterraps, Körnermais oder Weizen im unterfränkischen Trockengebiet. Steht dagegen die Gülleverwertung im Vordergrund, so spricht dies gegen die Sojabohne, da diese auf zu hohe Nmin-Gehalte des Bodens in Ertrag und Qualität negativ reagiert.

Aktuell liegen die Anbauschwerpunkte für Sojabohnen in Bayern (7.263 ha) und Baden-Württemberg (5.899 ha), mit deutlichem Abstand gefolgt von Brandenburg (1.132 ha) und Sachsen-Anhalt (ca. 1.000 ha). Die anderen Bundesländer bewegen sich im Bereich zwischen 150 und 450 ha. Lediglich Schleswig-Holstein und das Saarland weisen praktisch keinen Anbau auf. Die Gesamtfläche des Anbaus ist 2015 auf 17.000 ha gestiegen, nach rund 10.000 ha im Vorjahr. Die erstmalige Anrechenbarkeit der Sojabohnenfläche auf die Greening-Verpflichtungen mit dem Faktor 0,7 dürfte maßgeblich zu diesem überdurchschnittlichen Anstieg beigetragen haben.

Aufgrund der dargelegten natürlichen Anbaumöglichkeiten, die auf betrieblicher Ebene aus pflanzenbaulichen und ökonomischen Gründen weiteren Einschränkungen unterliegen, wird das Anbaupotential für Deutschland mittelfristig auf 20 - 30 % der Körnermaisfläche, die in den letzten Jahren um die 500.000 ha schwankte (DMK, 2015), also 100.000 - 150.000 ha geschätzt. Diese Annahme lässt sich durch die Anbauverhältnisse in

Österreich vor dem EU-Beitritt untermauern: Dort erreichte die Sojafläche in den Jahren 1992 - 1994 Anteile von 26 - 32 % an der Körnermaisfläche, mit erheblichen regionalen Schwankungen zwischen Ackerbau- und Veredelungsregionen (Pistrich et al., 2014). Inwiefern das Anbaupotential realisiert wird, hängt also im Wesentlichen von den Preisrelationen von Soja zu Mais bzw. Getreide ab. Ein weiterer Faktor sind die Absatzmöglichkeiten vor Ort.

## Absatzmöglichkeiten

In Anbetracht des minimalen Selbstversorgungsgrads bei Sojabohnen liegen die Absatzmöglichkeiten theoretisch weit jenseits des aktuellen und mittelfristigen Produktionspotentials. In der Praxis gestaltet sich der Absatz jedoch nicht so einfach, da Sojabohnen bisher nicht flächendeckend erfasst werden. Dies hängt damit zusammen, dass die Sojabohne für die weitere Verwertung durch Mensch, Schwein und Geflügel einer thermischen Aufbereitung bedarf, bei der verdauungshemmende Stoffe, sogenannte Trypsininhibitoren, zerstört werden. Diese Aufbereitung ist nicht ganz trivial, da der Grat zwischen Abbau der Inhibitoren und Reduzierung der Verdaulichkeit schmal ist. Sie erfordert spezielle Anlagen, die bisher noch nicht flächendeckend vorhanden sind. Für die großen Ölmühlen an den Wasserstraßen sind die bisher in Deutschland produzierten Mengen noch zu klein (Anlieferung dort nur per Schiff). Der Soja anbauende Landwirt ist deshalb gut beraten, sich bereits vor der Aussaat um den Absatz zu kümmern.

Am interessantesten ist die Lieferung an Futtermittelhersteller für Markenprogramme mit GVO-freier Fütterung für Eier und Fleisch, die jedoch mengenmäßig meist begrenzt ist. Ebenso interessant kann die eigene oder eine Lohnaufbereitung für die Verfütterung im eigenen Betrieb sein, vor allem zur Erzeugung von Eiern, aber auch in der Schweinemast. Die vertraglich nicht gebundenen Mengen unterliegen grundsätzlich den Preisschwankungen des Weltmarkts für GVO-freie Sojabohnen, die je nach Marktlage von einem Aufschlag in Höhe von 35 - 150 €/t gegenüber GVO-Soja (Dullweber, 2015) profitieren.

Im ökologischen Marktsegment ist die Versorgungslage nach wie vor sehr knapp, was in einem gegenüber konventionellen Sojabohnen deutlich höheren Preisniveau von rund 800 €/t im Futtermittel- und über 900 €/t im Lebensmittelbereich zum Ausdruck kommt. Da die Ware hier über die Organisationen der Biolandwirte weitgehend vertraglich gebunden ist, halten sich die Preisschwankungen in Grenzen. Der aktuelle Bedarf der deutschen Hersteller von ökologischen Lebensmitteln auf Sojabasis (Tofu, Sojamilch, ...) wird auf 15.000 t/Jahr geschätzt (Asam, 2014). Bei einem mittleren Ertrag von 2,5 t/ha entspricht dies einer Anbaufläche von 6.000 ha. Da dafür aber spezielle Sorten benötigt werden, die bisher nur in den günstigeren Lagen gedeihen und da der Anteil der Ökofläche an der gesamten Sojafläche in Deutschland vermutlich nicht einmal 20 % beträgt, kann diese Nachfrage aus heimischer Produktion bisher nur zum kleineren Teil gedeckt werden. Es besteht jedoch Hoffnung auf die baldige Zulassung von neuen Qualitätssorten mit früherer Abreife, die eine Ausdehnung des Anbaus erlauben sollen. Der Bedarf an Öko-Soja für die Tierfütterung wird auf 40. - 50.000 t geschätzt und dürfte nach Inkrafttreten der 100 % Öko-Fütterung auf über 60.000 t anwachsen (Asam, 2014).

Zum Markt der ökologischen Soja-Lebensmittel hinzu kommt der Markt der konventionellen Soja-Marken-Lebensmittel, der vermutlich noch einmal 30.000 t Sojabohnen/Jahr absorbiert, diese bisher aber weitgehend importiert.

Für den Landwirt entscheidend ist letztendlich der erzielbare Preis ab Hof. Dieser steht umso mehr unter dem Druck von Transportkosten, je größer die Entfernung zur nächsten Erfassungsstelle bzw. zur nächsten Aufbereitungsanlage ist. Während in Süddeutschland die Zahl der Erfassungsstellen und Aufbereitungsanlagen in den letzten Jahren gewachsen ist und die Transportentfernungen für viele Landwirte verkürzt werden konnten (siehe Abbildung 2), stellt das dünne Netz von Erfassungsstellen und Aufbereitungsanlagen in anderen Landesteilen oft noch ein Problem dar, es sei denn, die Produktionsmengen der Einzelbetriebe reichen aus, um einen Lastzug zu füllen bzw. die Betriebe verfügen über eigene Trocknungs- und Lagermöglichkeiten.



Abb. 2: Verarbeitungs- bzw. Aufbereitungsanlagen für Sojabohnen in Deutschland

## Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich festhalten, dass das Anbaupotential für Sojabohnen auf etwa 25 % der Körnermaisfläche veranschlagt werden kann und derzeit erst zu einem geringen Teil ausgeschöpft wird. Verschiedene Programme zur Förderung des Eiweißpflanzenbaus auf Bundes- und Länderebene tragen dazu bei, die Landwirte mit dem Anbau dieser in Deutschland bisher erst wenig verbreiteten Kultur vertraut zu machen und auch den Absatz und die Verwertung besser zu organisieren. Mit der Anrechenbarkeit des Sojaanbaus auf die Greening-Verpflichtungen im Rahmen der GAP (Faktor 0,7) besteht seit 2015 ein zusätzlicher Anreiz für die Ausdehnung des Anbaus. Mit steigender Produktionsmenge verbessern sich auch die Bedingungen für die Erfassung und Aufbereitung, so dass eine Verdichtung dieser teilweise noch sehr lückenhaften Netze erwartet werden kann, was weiteren Landwirten den Einstieg in den Anbau von Soja erleichtern wird. Das wachsende Angebot an einheimischen Sojabohnen bietet die Grundlage für mehr Erzeugnisse mit der Auslobung ‚aus deutschen Sojabohnen‘ bzw. ‚gefüttert mit deutschen (selbsterzeugten) Sojabohnen‘ sowie ‚ohne Gentechnik‘, die sich von Standard-Angeboten auf Basis von

GVO-Soja oder auch von GVO-freiem Importsoja abheben und bei entsprechender Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette attraktive Erzeugerpreise ermöglichen.

## Literaturverzeichnis

- AMI (2015): Grafik v. 02.10.2015, [www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-pflanzenbau/ami-meldungen-pflanzenbau/meldungen-single-ansicht/article/deutschland-hat-in-201415-mehr-oelsaaten-importiert.html](http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-pflanzenbau/ami-meldungen-pflanzenbau/meldungen-single-ansicht/article/deutschland-hat-in-201415-mehr-oelsaaten-importiert.html)
- Asam, L. (2014): [www.sojaforderrring.de/wp-content/uploads/2014/06/soja\\_verarbeitung\\_in\\_deutschland\\_Ludwig-Asam.pdf](http://www.sojaforderrring.de/wp-content/uploads/2014/06/soja_verarbeitung_in_deutschland_Ludwig-Asam.pdf)
- BÖLW (Hg.) (2015): Zahlen, Daten, Fakten – Die Bio-Branche 2015, [www.boelw.de/uploads/media/BOELW\\_ZDF\\_2015\\_web.pdf](http://www.boelw.de/uploads/media/BOELW_ZDF_2015_web.pdf)
- DMK 2015: Körnermaisbaufläche in Deutschland im mehrjährigen gleich, [www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufläche\\_Körnermais](http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufläche_Körnermais)
- Dullweber, R. (2015): GVO-frei in der Tierernährung, [www.al.hs-osnabrueck.de/fileadmin/groups/468/6.\\_Osnabruecker\\_Gefluegelsymposium/7\\_Dullweber.pdf](http://www.al.hs-osnabrueck.de/fileadmin/groups/468/6._Osnabruecker_Gefluegelsymposium/7_Dullweber.pdf)
- EU (2015): Online-Abfrage EU-Sortenkatalog für Mitgliedsstaat Österreich am 15.10.15: [http://ec.europa.eu/food/plant/plant\\_propagation\\_material/plant\\_variety\\_catalogues\\_databases/search/public/index.cfm?event=SearchForm&ctl\\_type=A](http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=SearchForm&ctl_type=A)
- LEL/LfL (2015): Agrarmärkte, Jahreshaft 2015, [www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.LEL-SG,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Agrarmaerkte+2015+Gesamtdokument+U](http://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.LEL-SG,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Agrarmaerkte+2015+Gesamtdokument+U)
- Pistrich, K., Wendtner, S., Janatschek, H. (2014): Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex. Schriftenreihe 107 der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, [www.agraroekonomik.at/index.php?id=sr107\\_download](http://www.agraroekonomik.at/index.php?id=sr107_download)
- Wilbois, K.-P. et al. (2015): Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische, <http://orgprints.org/28484/1/28484-11NA001-008-fibl-wilbois-2014-sojaanbau.pdf>

## Soja-Wertschöpfungsketten Lokal – Regional – Überregional

Matthias Krön

Verein Donau Soja  
E-Mail: [office@donausoja.org](mailto:office@donausoja.org)

Europa importiert ein Sojaäquivalent von ca. 40 Mio. Tonnen, das auf einer Fläche von ungefähr 16 Mio. Hektar wächst. Gleichzeitig ist Europa Nettoexporteur von Getreide. In den Regionen entlang der Donau, auf 35 % der Ackerfläche Europas, auf oft hervorragenden Schwarzerdeböden schöpft die Landwirtschaft noch nicht ihr ganzes Potenzial aus: Experten rechnen damit, dass die Produktion landwirtschaftlicher Güter sich dort noch um mindestens 50 % steigern lässt. Obwohl noch großer Nachholbedarf bei Ausbildung, Investitionen und Logistik besteht, wächst der Output dieser Regionen jährlich um 1,5 % bis 2 % an – also 15 - 20 % in zehn Jahren, und 30 - 40% in 20 Jahren. Europa muss sich die Frage stellen, ob es noch mehr Getreide exportieren will oder in diesen Regionen eine ausgewogenere Fruchtfolge mit Leguminosen will.

Gleichzeitig leiden die ländlichen Räume in Zentral- und Osteuropa unter einer massiven Landflucht und Arbeitslosigkeit. Der importierte Sojaschrot ist ein verarbeitetes Produkt, das exportierte Getreide Rohstoff. Wenn Europa mehr Soja produzieren würde, würden Investitionen in Verarbeitung und Logistik folgen, so dass der Sojaanbau im Vergleich zu Getreideanbau eine wesentlich höhere nachgelagerte Wertschöpfung bietet.

Die historischen Agrarbeziehungen zwischen Ost und West sind durch den eisernen Vorhang zerschnitten worden und nach der Wende nur mangelhaft wieder aufgebaut worden: Der größte Teil der agrarischen Überschüsse geht über das Schwarze Meer nach Übersee. Donau Soja ist ein Best Practice Beispiel der sich entwickelnden „Danube Region Strategy“ der EU.

Donau Soja möchte Europa unabhängiger von Eiweißimporten machen, die Landwirtschaft in Zentral- und Osteuropa ökologischer machen, den Menschen dort Einkommen vor Ort ermöglichen, ein Zusammenwachsen Europas im Agrarbereich und der darauf folgenden Wertschöpfung fördern. Diese Veränderung muss gestaltet werden. Es handelt sich um eine gewaltige Aufgabe, die die Landwirtschaft in vielen Bereichen berührt. Die Eiweißwende ist eine Gefahr und eine Chance. Wenn wir gemeinsam vorgehen, mit Vision Augenmaß können wir sie gestalten und dadurch gemeinsam gewinnen.

Donau Soja ist ein Qualitätssicherungs- und Labellingprogramm das sicherstellt, dass der europäische Soja ökonomisch, sozial und ökologisch nachhaltig produziert wird: Garantiert europäisch, gentechnikfrei nach dem deutschen Gesetz, nachhaltig angebaut und streng kontrolliert. Nur ein freiwilliges Qualitätsprogramm kann garantieren, dass für europäischen Soja die Fehler in Übersee nicht begangen werden: Fruchtfolge statt Monokultur in unserem Best Practice Programm. Garantiert keine Nutzung von Naturreservaten und geschützten Gebieten – keine Landnutzungsänderung. Ab 2016 ist Donau Soja auch Sikkationsfrei, das heißt, dass die Anwendung von Glyphosaten in der Abreife nicht mehr erlaubt ist. Das sind wesentliche und wichtige Themen, die in einem Verein mit 200 Mitgliedern aus 16 Ländern diskutiert und umgesetzt werden können. Donau Soja

ist ein Konsumentenlabel das Vertrauen schafft, und es gibt immer mehr Produkte die das Zeichen tragen und signalisieren: hier kannst du mit gutem Bauchgefühl einkaufen.

Zugleich ist Donau Soja aber auch eine große Chance für die lokale Landwirtschaft – für die Landwirte in Österreich, Deutschland, der Schweiz. In unseren Breiten wächst der Sojaanbau kontinuierlich an. Deutschland hatte nach meinen Zahlen 2015 schon immerhin über 17.500 Hektar, Österreich 57.000 Hektar. Auch andere Eiweißpflanzen werden vermehrt gefördert und angebaut. Es ist wichtig, dass in Österreich mit der BAG in Güssing und ab Mai 2016 auch in Bayern mit ADM Ölmühlen in Straubing Donau Soja verarbeitet wird. Damit entsteht ein homogenes und verlässliches Produkt, das in der Hochleistungsmast wichtig ist.

Durch die Umstellung auf GVO-freie Fütterung und Donau Soja werden aber auch andere Eiweißträger wesentlich konkurrenzfähig: Erbsen, getoastete Sojabohnen, Rapsschrote, Sonnenblumenschrote, DDGS, Lupinen und so fort. Gerade getoastete Sojabohnen können günstig regional erzeugt werden. Durch den Wegfall der Entölung sind sie auch deutlich günstiger als Sojaschrote in der Herstellung. Überall dort, wo Energie gebraucht wird – Legehennenmast, Ferkelmast, Kälbermast – werden zum Beispiel in Österreich sehr weitgehend Sojaschrote durch Sojabohnen ersetzt. Auch im Schweinebereich kann ein bestimmter Anteil ins Futter gemischt werden. Donau Soja ist also ein Programm zur Regionalisierung der Tierproduktion, und kommt dem Verbraucherwunsch so unmittelbar entgegen.

Durch die Kombination von Donau Soja zertifiziertem Soja-Schrot und getoasteten einheimischen Sojabohnen sowie anderen lokalen Eiweißpflanzen entsteht ein optimaler Mix, der die lokale Landwirtschaft und die Nachbarn in Zentral- und Osteuropa fördert. Ein Schweinefutter kann statt mit 20 % Überseeschrot zu 90 % aus Bayern, zu 100 % aus Europa und zu 100 % GVO frei sein. Der Donau Soja Schrotanteil ist dann nur mehr 10 % - 12 % und kommt von europäischen, nachhaltig produzierenden Bauernhöfen. Gleichzeitig werden heimische Leguminosen stärker eingesetzt.

Das ist eine Kombination, die dem Verbraucherwunsch optimal entgegen kommt und gleichzeitig Wertschöpfung nach Bayern verlagert: Regionale Produktion, regionale Verarbeitung, regionale Fütterung, regionales Fleisch.

Noch besser funktioniert es bei Legehennen: da kann man ohne Sojaschrot – nur mit getoasteten Sojabohnen und anderen Eiweißträgern – ein äußerst wettbewerbsfähiges gentechnikfreies und 100 % bayerisches Futter herstellen.

Diese Diversifizierung erzeugt eine wesentlich höhere regionale Wertschöpfung, aber auch eine höhere Resilienz, Widerstandskraft im System. Das System wird stabiler, schockresistenter.

Donau Soja ist eine gute Plattform um Veränderungen gemeinsam zu gestalten:

Wir arbeiten an Best Practice Guides für den Anbau, verantwortlichen und kontrollierten Pflanzenschutz, an einem neuen inhaltsstofforientierten Bezahlschema für die Sojabohne, an der Förderung der Züchtung und an der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitskriterien.

Gleichzeitig sind wir eine Plattform für den Austausch von Ideen und den Aufbau von Kontakten und wir arbeiten auf politischer Ebene für bessere Voraussetzungen einer nachhaltigen und regionalen Landwirtschaft.

Der Sojaanbau funktioniert nur, wenn Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammenarbeiten. Wenn wir neben dem Anbau auch den Markt entwickeln. Wir müssen vom Feld zum Konsumenten denken. Deswegen brauchen wir Konzepte, die lokalen und unterregionalen Anbau vernetzen. Wenn wir das tun, können wir starke Märkte für die bayerischen Bauern und ihre Nachbarn in Südosteuropa gemeinsam schaffen. Ein schönes Symbol der Zusammenarbeit.

## **Bereitstellung von Lebensmitteln mit heimischem GVO-freiem Eiweiß – eine Herausforderung für den Lebensmitteleinzelhandel**

Thomas Gutberlet

tegut... gute Lebensmittel GmbH & Co. KG  
E-Mail: [ulrich\\_b@tegut.com](mailto:ulrich_b@tegut.com)

tegut... gute Lebensmittel hat sich zur Aufgabe gemacht, den Verbraucher mit dem Angebot von gesunden und nachhaltigen Produkten zum Einkauf mit gutem Gewissen einzuladen.

Die Abstinenz von gentechnisch veränderten Lebensmitteln ist hierbei ein wichtiger Baustein, der in der Vergangenheit mit dem Angebot von biologisch erzeugten Lebensmitteln massgeblich besetzt war. Daneben begann tegut... bereits vor über 20 Jahren mit dem Aufbau der konventionellen Schweinefleischmarke „LandPrimus“, deren Tiere in der gesamten Aufzucht-kette – Muttersau, Ferkel, Mastschwein – gentechnikfrei gefüttert sind.

Aufgrund nicht ausreichend verfügbarem heimischen Sojafutters und dem Mangel an sojasubstituierenden Ersatzprodukten war auch tegut... gezwungen z. T. auf GVO-freies Import-Soja aus Südamerika zurück zu greifen. Mit der Initiative Donausoja entstanden erste Alternativen. Mit Förderprogrammen für heimische Futtermittel ist zu erwarten, dass weitere Anbauflächen entstehen.

Aus den Erfahrungen der jahrzehntelangen Kooperation mit der heimischen Landwirtschaft sind solche Initiativen zu begrüßen und fördern die nachhaltige und umweltschonende Erzeugung von Futtermitteln zur Deckung der Eiweisskomponente. Die gleichen Erfahrungen haben tegut... auch gelehrt, dass die Hürden zur Beteiligung der grünen Seite an solchen Programmen dann am ehesten überwunden werden können, wenn Nachhaltigkeit in Erzeugung und Absatz gesichert sind. Alle Projekte und Initiativen müssen in Dekaden gedacht und die Strukturen sowohl in Förderung und Ausgestaltung am Markt ausgerichtet sein.

Um den kleinflächigen Anbau zu Beginn jeder Initiative nicht weiter zu zerklüften, ist eine einvernehmliche Kooperation zwischen den konventionellen und den Ökolandbaubetrieben wünschenswert, d. h. abgestimmte Anbaumethoden über die GVO-Freiheit hinaus. Des Weiteren sollte die Gleichbehandlung aller interessierten Verarbeiter und Abnehmer erfolgen, um die politischen Komponenten allen Entscheidungsfindungen so klein als möglich zu halten.

Die angestrebte Ausweitung der Anbaufläche wird langfristig nur Bestand haben, wenn alle nachgelagerten Glieder der Wertschöpfungskette vom Acker bis auf den Teller bereits heute mitgedacht werden.



## **Was treibt den Veggie-Boom? - Aktuelle Trends im Kaufverhalten der Verbraucher**

Wolfgang Adlwarth

GfK Panel Services Deutschland  
E-Mail: [wolfgang.adlwarth@gfk.com](mailto:wolfgang.adlwarth@gfk.com)

Seit einigen Jahren kann in Deutschland eine positive Marktentwicklung von vegetarischen Lebensmitteln wie pikanten pflanzlichen Brotaufstrichen oder Fleischersatzprodukten beobachtet werden. Aktuell beschleunigt sich dieser Zuwachs, so dass man durchaus von einem Veggie-Boom sprechen kann. So stieg der Umsatz für das entsprechende Angebot im 1. Halbjahr 2015 um 28 % und die Käuferreichweite gar um 1/3, so dass zum Jahresende wohl fast jeder dritte Haushalt in Deutschland erreicht werden wird.

Auf der anderen Seite ist in Deutschland seit längerem ein Rückgang in der Mengennachfrage für Fleisch und Wurst (Haushaltsbedarf) zu beobachten, der in den letzten 3 Jahren durchschnittlich -2 % jährlich betrug. Dabei ist es weniger die Zahl der Haushalte, die komplett auf Fleisch und Wurst verzichten, die diesen Trend auslösen. Vielmehr geht der Trend zurück auf die Flexitarier, also Menschen, die zwar Fleischwaren konsumieren, ihre Nachfragemenge aber – sowohl aus gesundheitlichen wie auch ethisch-moralischen Gründen – bewusst reduzieren. Diese Verbrauchergruppe weicht dementsprechend auf vegetarische Produkte als Substitut für bisher verwendete Fleisch- und Wurstwaren aus. So ist auch zu erklären, dass „vegetarische Wurst, Schnitzel etc.“ einen Boom erleben, also Produkte die häufig auf Soja-Basis gefertigt sind.

Interessant dabei ist, dass entsprechende Veggie-Produkte in hohem Maße von jüngeren Haushalten nachgefragt und der Trend damit von jüngeren Verbrauchergruppen getragen wird. Für Wurstwaren hingegen weisen sie eine weit unterproportionale und schrumpfende Nachfrage auf. Das lässt also auch für die Zukunft eine Verfestigung des Veggie-Trends erwarten. Dafür spricht auch, dass die Käufer offensichtlich sehr zufrieden mit dem Produktangebot sind und sich mit hohen Wiederkaufsraten als sehr loyal erweisen.

Sojaprodukte erleben darüber hinaus auch als Substitut für Molkereiprodukte einen deutlichen Aufschwung, wobei „Sojamilch“ hier auch im Wettbewerb mit anderen Milchersatzprodukten wie „Reis-/ Dinkel- oder Hafermilch“ steht. Das Wachstum kommt auch hier nicht unbedingt aus der Gruppe der Konsumenten mit Laktose-unverträglichkeit. Verantwortlich sind vielmehr Verbraucher, die Wert auf eine gesunde Ernährung legen und dies mit Nachhaltigkeitsmotiven wie Tierwohl und Umweltschutz verbinden. Dafür sind sie auch bereit einen höheren Preis zu bezahlen.

## **Einsatzmöglichkeiten von Sojaprodukten aus heimischem Anbau in der Nutztierfütterung**

Gerhard Bellof

Hochschule Weihenstephan- Triesdorf  
Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft, Fachgebiet Tierernährung  
E-Mail: [gerhard.bellof@hswt.de](mailto:gerhard.bellof@hswt.de)

### **Zusammenfassung**

Sojabohnen (vollfett) und daraus hergestellter Sojakuchen sind die wichtigsten Futtermittel aus dem heimischen Sojabohnenanbau. Diese Futtermittel weisen einen hohen Futterwert (Protein- und Energielieferung) für alle landwirtschaftlichen Nutztiere auf. Insbesondere für den Einsatz in der Schweine- und Geflügelfütterung ist eine sachgerechte Wärmebehandlung erforderlich. Sojabohnen und Sojakuchen sind grundsätzlich für die Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere gut geeignet. Wärmebehandelter Sojakuchen (mit begrenztem Rohfettgehalt) kann als „universelles“ Eiweißfuttermittel sowohl in der Schweine- und Geflügelfütterung als auch in der Rinderfütterung in hohen Mischungs- bzw. Rationsanteilen eingesetzt werden.

### **Einleitung**

Vollfette Sojabohnen und daraus hergestellter Sojakuchen sind die wichtigsten Futtermittel aus dem heimischen Sojabohnenanbau. In dem vorliegenden Beitrag werden diese Futtermittel hinsichtlich wertbestimmender Inhaltsstoffe, Futterwert sowie Einsatzempfehlungen für die Schweine- und Geflügelfütterung sowie die Rinder- und Schaffütterung einer vergleichenden Betrachtung unterzogen werden. Als Vergleichsfuttermittel dienen die klassischen, heimischen Körnerleguminosen – insbesondere Ackerbohnen – und das dominierende Eiweißfuttermittel Sojaextraktionsschrot von aus Übersee importierten Sojabohnen.

### **Wertbestimmende Inhaltsstoffe**

In der Tabelle 1 sind die wertbestimmenden Inhaltsstoffe für die „klassischen“ heimischen Körnerleguminosen Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen sowie für Sojabohnen als „neue“ heimische Körnerleguminose dargestellt. Ihrer Bedeutung für die Nutztierfütterung folgend, sind dort die Inhaltsstoffe für weißblühende Sorten von Ackerbohnen und Erbsen sowie blaue Süßlupinen angegeben. Es erfolgt jeweils eine Gegenüberstellung der Inhaltsstoffe von konventionell und ökologisch erzeugten Herkünften. Körnerleguminosen werden in der Nutztierfütterung vorrangig wegen ihrer Proteinlieferung eingesetzt. Die in der Tabelle 1 ausgewiesenen Proteingehalte für die vier Körnerleguminosen unterscheiden sich erheblich voneinander. Während für die Erbsen nur mittlere Gehaltswerte (20 - 22 %) gefunden werden, bewegen sich Ackerbohnen und Lupinen auf einem höheren Niveau.

Sojabohnen weisen in dieser Rangliste mit mehr als 30 % die höchsten Proteingehalte auf. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass für heimische Sojabohnen bei Herkünften aus dem konventionellen Anbau die Datenbasis noch unsicher ist. Bedeutende Unterschiede im Proteingehalt in Abhängigkeit vom Anbausystem lassen sich nicht erkennen. Somit kann nachfolgend auf eine nach dem Anbausystem differenzierte Betrachtung verzichtet werden.

Tab. 1: Wertbestimmende Inhaltsstoffe von Ackerbohnen (weiß), Erbsen (weiß), Lupinen (blau) und Sojabohnen, differenziert nach konventionellem und ökologischem Anbausystem (Angaben in g/kg lufttrockene Substanz (= 88 % TS))

Inhaltsstoff	Ackerbohnen (w.)		Erbsen (weiß)		Lupinen (blau)		Sojabohnen	
	konvent. 1	ökol. 2	konvent. 3	ökol. 2	konvent. 4	ökol. 2; (6)	konvent. 5	ökol. 2; (6)
Trockenmasse	880	880	880	880	880	880	880	880
Rohasche	34	34	30	27	33	(28)	47	45
Rohprotein	262	257	221	202	293	292	352	357
Rohfett	14	14	18	18	50	64	179	177
Rohfaser	78	84	62	61	143	(114)	55	38
Stärke	371	382	435	459	89	(117)	50	(53)
Zucker	36	47	46	65	48	(30)	71	(65)

(Quellen: <sup>1</sup>Abel et al. 2003, <sup>2</sup>Aulrich 2011, <sup>3</sup>Bellof et al. 2003, <sup>4</sup>Roth-Maier et al. 2004, <sup>5</sup>Lindermayer et al. 2011, <sup>6</sup>Futtermittel.Net, 2012)

Neben der Proteinlieferung sind die energieliefernden Inhaltsstoffe Rohfett sowie Stärke und Zucker von Interesse in der Fütterung. Ackerbohnen und Erbsen weisen hohe Stärkegehalte auf. Dagegen sind bei Lupinen und insbesondere bei Sojabohnen die Fettgehalte erhöht. Für die Sojabohnen kann der hohe Fettgehalt in der Fütterung einsatzbegrenzend wirken. Deshalb ist das daraus hergestellte Produkt „Sojakuchen“ mit einem Restfettgehalt von höchstens 10 % für den Fütterungseinsatz besser geeignet. Der durch Abpressen herbeigeführte Fettentzug führt zu einer Anreicherung der anderen Inhaltsstoffe – auch der Proteine – in dem Kuchen. Daher wird in den nachfolgenden Tabellen dieses interessante Eiweißfuttermittel in die Betrachtungen einbezogen.

Sojabohnen weisen eher geringe Calcium- und Natriumgehalte, aber relativ hohe Phosphorwerte auf. In den Nebenprodukten der Sojabohnen steigen die Calciumgehalte etwas an, während die Phosphorgehalte leicht abfallen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Phosphor überwiegend an Phytin gebunden ist und somit für Schweine und Geflügel nur bedingt verfügbar ist. In der konventionellen Schweine- und Geflügelfütterung kann durch den Zusatz des Enzyms Phytase die Phosphorverdaulichkeit erheblich verbessert werden. Dadurch kann der Zusatz von mineralischem Phosphor in den Futtermischungen entsprechend reduziert werden.

Sogenannte sekundäre Inhaltsstoffe – wie: Tannine (Gerbstoffe), Proteaseinhibitoren (Hemmstoffe), Lektine und Saponine – können auch in den Körnerleguminosen vorkommen. Bei Sojabohnen und deren Nebenprodukten sind insbesondere die Trypsininhibitoren

bedeutsam. Diese Stoffe können im Dünndarm die Wirkung des eiweißspaltenden Enzyms Trypsin hemmen. Vor der Verfütterung von Sojabohnen und deren Verarbeitungsprodukte an Monogastrier (Schweine, Geflügel) ist daher eine thermische Inaktivierung der enthaltenen Proteaseinhibitoren notwendig. Eine thermische Behandlung birgt jedoch auch die Gefahr einer Proteinschädigung in sich. Somit muss ein Kompromiss zwischen den positiven Auswirkungen (Ausschaltung von wachstumshemmenden Inhaltsstoffen und die Lagerfähigkeit beeinträchtigenden Enzymen, schonende Denaturierung der Proteinkörper) und dem Beginn der Protein schädigenden Reaktionen angestrebt werden. Schon eine geringe Überschreitung der Temperatur kann zu Schädigungen und Gehaltsminderungen der schwefelhaltigen Aminosäuren Cystin und Methionin, aber auch der Aminosäure Lysin führen.

Zur Überprüfung der sachgemäßen Vorbehandlung von Sojabohnen wurde eine Reihe einfacher analytischer Methoden ausgearbeitet, wie die Bestimmung der Ureaseaktivität, die Kresolrotabsorption und die Eiweißlöslichkeit. Die direkte Bestimmung der Trypsininhibitoraktivität (TIA) kann auch nach der amtlichen A.O.C.S.-Methode (1990) durchgeführt werden. Die Aktivität des Inhibitors wird hierbei in mg Trypsininhibitor pro g Rohprotein (mg TI/g XP) angegeben. Die Bestimmung der Ureaseaktivität dient zur indirekten Erfassung der Inhibitorwirkung, da die unmittelbare Messung sehr aufwändig ist. Man misst daher als Ersatzgröße die Restaktivität eines anderen für die Sojabohne charakteristischen Inhaltsstoffs, des Enzyms Urease. Für optimal getoastete Sojaprodukte ist eine Ureaseaktivität zwischen 0,4 mg N/g/min. und der Nachweisgrenze zu fordern. Die Ureaseaktivität sinkt nach Erreichen von 100 °C sehr rasch auf niedrige Werte, deren Veränderungen ohne Aussagekraft sind. Somit lassen sich nur nicht erhitze Partien identifizieren. Die Eiweißlöslichkeit in Wasser (PDI) ist ein weiteres gebräuchliches Kriterium zur Prüfung des Hitzebehandlungseffektes. Nach Naumann und Bassler (1988) ist für Sojaprodukte ein Optimalbereich von 10 bis 35 % anzunehmen, wobei Werte im Bereich von 10 bis 20 % bereits auf Überhitzung hindeuten können. Bemerkenswert ist, dass insbesondere für den Bereich der Überhitzung keine eindeutige Grenze definiert ist. Neben der Eiweißlöslichkeit des Proteins in Wasser (PDI) wird als ein weiterer Parameter die Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) bestimmt. In Untersuchungen wurden deutlich geringere Zunahmen bei Broilern und Mastschweinen festgestellt, wenn die Löslichkeit in KOH geringer als 72 % war. Sojabohnen mit einer hohen Proteinlöslichkeit in KOH wiesen sehr gute Verdaulichkeiten auf, solange die Ureaseaktivität im empfohlenen Bereich lag.

## Futterwert für Geflügel und Schweine

In der Schweine- und Geflügelfütterung wird die Proteinqualität durch die Gehalte an essentiellen Aminosäuren bestimmt. Zuerst leistungsbegrenzend sind: Lysin, Methionin + Cystin, Threonin und Tryptophan. Die absoluten Gehalte sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Sojabohnen und -kuchen als eiweißbetonte Futtermittel weisen im Vergleich zu Ackerbohnen höhere Gehaltswerte an den genannten Aminosäuren auf. Gemessen am Bedarf des Geflügels und des wachsenden Schweins, weist das Sojaprotein eine zu knappe Ausstattung an Methionin auf. Die Verdaulichkeit der genannten essentiellen Aminosäuren ist für das Schwein unterschiedlich einzuschätzen. Die für das Schwein erstbegrenzende Aminosäure Lysin ist im Ackerbohnenprotein (Tabelle 2) sehr hoch verdaulich (86 %). Die Verdaulichkeit der schwefelhaltigen Aminosäuren fällt für dieses Futtermittel mit 70 % dagegen vergleichsweise niedrig aus. Für die beiden Sojaprodukte liegen die Ver-

daulichkeiten bei 79 % für Lysin bzw. 76 % für Methionin und Cystin. Allerdings gilt dies nur unter der Voraussetzung, dass eine Wärmebehandlung – wie Toasten – vorgenommen wurde, um den bereits erwähnten Trypsininhibitor auszuschalten. Es ist darauf hinzuweisen, dass im getoasteten Sojaextraktionsschrot für die genannten Aminosäuren deutlich höhere Verdaulichkeiten gefunden werden (87 - 91 % für Lys; 84 - 89 % für Met + Cys (GfE 2006; Mosenthin et al. 2007)).

Tab. 2: Kennwerte zum Futterwert von Sojabohnen und Sojakuchen im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot und Ackerbohnen für Geflügel und Schweine (Angaben in g/kg bzw. MJ/kg)

Kennwert		Ackerbohnen 1	Sojabohnen ** 2; 4; 5	Sojakuchen ** 2; 4; 5	Sojaextraktionsschrot (43 % RP) 2; 3
Trockenmasse	g	880	880 / 910	880 / 920	880
Rohprotein	g	262	342 / 353	395 / 413	429
Aminosäuren					
Lysin	g	16,5	21,3 / 23,4	24,9 / 27,1	27,7
verd. Lysin*	g	14,2	16,9	19,8	25,2
Methionin + Cystin	g	5,3	9,7 / 10,7	14,1 / 15,3	14,1
verd. M+C*	g	3,7	7,4	10,8	12,5
Threonin	g	9,4	13,3	16,1	18,3
verd. Threonin*	g	7,6	10,0	12,1	15,9
Tryptophan	g	2,4	4,4	5,3	5,8
verd. Tryptophan*	g	1,7	3,2	3,9	5,1
Umsetzbare Energie (ME <sub>Schwein</sub> )	MJ	12,69	15,88 / 17,4	13,31 / 14,47	12,79
Umsetzbare Energie (ME <sub>Geflügel</sub> )	MJ	10,75	12,35	11,13	9,34

\* wahre präcaecale Verdaulichkeit (Schwein<sup>2,4</sup>); \*\* aus ökologischer Erzeugung, wärmebehandelt

(Quellen: <sup>1</sup>Abel et al. 2003; <sup>2</sup>Futtermittel.Net 2012; <sup>3</sup>Lindermayer et al. 2011; <sup>4</sup>Mosenthin et al. 2007; <sup>5</sup>Zirngibl 2007)

Neben der Eiweißlieferung tragen Sojaprodukte in der Schweinefütterung auch in nennenswerter Weise zur Energieversorgung bei. Sojabohnen und -kuchen liefern aufgrund erhöhter Trockenmasse- und Fettgehalte Energiekonzentrationen, die deutlich über dem Niveau von Getreide liegen. Auch für das Geflügel stellen dies Futtermittel hohe ME-Gehalte bereit.

## Futterwert für Rinder und Schafe

Die Kennwerte zum Futterwert für Rinder und Schafe sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. In der Milchviehfütterung wird die Proteinversorgung nach den Kriterien nutzbares Rohprotein (nXP) und ruminale Stickstoffbilanz (RNB) beurteilt. Der nXP-Gehalt eines Futtermittels wird in erster Linie von der Energiebereitstellung für die mikrobielle Proteinbildung im Pansen bestimmt. Außerdem ist der Anteil an unabbaubarem bzw. pansenbeständigem Rohprotein (UDP) von Bedeutung. Dieser liegt allerdings bei Ackerbohnen auf relativ niedrigem Niveau. Die Wärmebehandlung von Sojabohnen und -kuchen führt zu einer deutlichen Erhöhung des UDP-Anteils. Nach neueren Untersuchungen (z. B. Morgensen et al. 2008) liegt der UDP-Anteil für das Protein dieser Futtermittel bei ca. 40 % und damit deutlich höher als im herkömmlichen Sojaextraktionsschrot. Die für die mikrobielle Proteinbildung erforderliche Stickstoffversorgung wird über die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) beurteilt. Alle in der Tabelle 3 aufgeführten Futtermittel weisen eine positive RNB auf.

Tab. 3: Kennwerte zum Futterwert von Sojabohnen und Sojakuchen im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot und Ackerbohnen für Wiederkäuer (Angaben in g/kg bzw. MJ/kg)

Kennwert		Ackerbohnen 1	Sojabohnen * 2; 4	Sojakuchen * 2; 4	Sojaextraktionsschrot (43 % RP) 2; 3
Trockenmasse	g	880	880 / 910	880 / 920	880
Rohprotein	g	262	342 / 353	395 / 413	429
Unabbaubares Rohprotein (UDP)	%	15	40 <sup>6</sup>	(40 <sup>6</sup> )	30
Nutzbares Rohprotein (nXP)	g	172	224 / 232	259 / 271	252
Ruminale Stickstoffbilanz (RNB)	g	15	19	22	28
Umsetzbare Energie (ME <sub>w</sub> )	MJ	11,97	14,32	12,76	12,12
Netto-Energie-Laktation (NEL)	MJ	7,57	8,93 / 9,24	7,93 / 8,29	7,59
Stärke	g	371	21	42	55
Zucker	g	36	67	80	70
beständige Stärke	g	74	(10)	(12)	11

\* aus ökologischer Erzeugung, wärmebehandelt

(Quellen: <sup>1</sup>Abel et al. 2003; <sup>2</sup>eigene Berechnungen; <sup>3</sup>Futtermittel.Net 2012; <sup>4</sup>Zirngibl 2007; <sup>5</sup>Morgensen et al. 2008)

Der energetische Futterwert von Körnerleguminosen liegt auch für den Wiederkäuer auf einem hohen Niveau. Dies ist bei Ackerbohnen auf die hohe Stärkelieferung zurückzuführen. Die Stärke wird allerdings in hohem Maße im Pansen abgebaut, was für hochleistende Milchkühe von Bedeutung ist und bei der Rationsberechnung berücksichtigt

werden muss. Die noch höheren NEL-Gehalte für die Sojaprodukte sind auf die hohe Fettlieferung zurückzuführen. Allerdings wirkt der hohe Fettgehalt in den Sojabohnen einsatzbegrenzend, da hohe Tagesfettmengen (über 5 % in der TM der Gesamtration) beim Wiederkäuer zu Verdauungsdepressionen führen können.

## **Einsatzempfehlungen**

Sojabohnen und Sojakuchen sind grundsätzlich für die Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere gut geeignet. In der Tabelle 4 werden die Mischungsanteile bzw. Tagesmengen für die verschiedenen Nutztiergruppen ausgewiesen. Diese basieren auf Ergebnissen aus Fütterungsversuchen. Hierbei traten keine Leistungsminderungen auf, wenn die Rationen hinsichtlich der Nährstoff- und Energiegehalte bedarfsgerecht ausgestattet waren. Für die Schweine- und besonders die Geflügelfütterung ist auf die bedarfsgerechte Aminosäurenversorgung – speziell Methionin – zu achten. Unter ökologischen Fütterungsbedingungen kann dies eine Schwierigkeit darstellen, da geeignete Methioninlieferanten nur begrenzt zur Verfügung stehen. Aufgrund der relativ knappen Methioninausstattung des Sojaproteins sollte der in der Schweine- und Geflügelfütterung vorzugsweise einzusetzende Sojakuchen mit andern Methionin reichen Eiweißfuttermitteln wie – entschältem Sonnenblumenkuchen – kombiniert werden, um überhöhte Rohproteingehalte in den Futtermischungen zu vermeiden. Unter konventionellen Fütterungsbedingungen kann eine Ergänzung mit DL-Methionin vorgenommen werden.

Sojakuchen kann als alleiniges Eiweißfuttermittel in der Fütterung von Mastrindern und Milchkühen eingesetzt werden. Wärmebehandelte Sojabohnen oder Sojakuchen als Eiweißträger in Milchleistungsfuttermitteln tragen sehr gut dazu bei, den hohen UDP-Bedarf hochleistender Milchkühe abzudecken. Somit lassen sich mit diesen Futtermitteln auch unter ökologischen Fütterungsbedingungen hohe Milchleistungen erzielen.

Tab. 4: Einsatzempfehlungen für Sojabohnen und Sojakuchen in der Nutztierfütterung (Angaben in kg/Tier u. Tag bzw. Mischungsanteil in % der Kraftfuttermischung)

Tiergruppe	Sojabohnen*	Sojakuchen*
<b>Rinder</b>		
Milchkühe (laktierend)	bis 2,5 kg	bis 4 kg
Mastrinder	bis 1,5 kg	bis 2 kg
<b>Schafe</b>		
Mutterschafe (laktierend)	15 %	20 %
Mastlämmer	15 %	20 %
<b>Geflügel**</b>		
Legehennen	15 %	20 %
Masthühner	15 %	25 %
<b>Schweine**</b>		
Zuchtsauen (tragend/ laktierend)	5 % bis 20 %	10 % 20 %
Ferkel (abgesetzt)	bis 15 %	bis 20 %
Mastschweine (bis 70 kg/ ab 70 kg)	15 % 10 %	20 % 15 %

\* wärmebehandelt; \*\* Angaben beziehen sich auf Alleinfuttermittel  
(Quelle: eigene Zusammenstellung)

## Literaturverzeichnis

Ein Literaturverzeichnis kann beim Verfasser angefordert werden.



## Herausforderung Sojazüchtung

Volker Hahn

Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt

E-Mail: [volker.hahn@uni-hohenheim.de](mailto:volker.hahn@uni-hohenheim.de)

### Zusammenfassung

Das Ziel der Züchtung ist es, die Sojabohne immer besser an die Bedürfnisse der heimischen Landwirte, Verarbeiter und Verbraucher anzupassen. Da sich die Umwelt- und Produktionsbedingungen sowie die Verbraucherwünsche stetig ändern, ist eine Weiterentwicklung der vorhandenen Sorten nötig. In der Züchtung versteht man unter Umwelt die Einflüsse, die nicht genetisch bedingt sind, wie Wetter und Klima, aber auch solche Faktoren wie Nährstoffversorgung, Unkrautbewuchs, Pilzinfektionen und Schädlingsbefall. Um Variation für die Merkmale der Zuchtziele zu erhalten, werden in der klassischen Züchtung Kreuzungen zwischen Sorten oder Herkünften durchgeführt, die sich voneinander unterscheiden. Die spaltenden Nachkommenschaften werden anschließend in den Zielumwelten auf die gewünschten Merkmale ausgelesen. Seit einiger Zeit werden in der Züchtung auch DNA-Marker zur Charakterisierung von Sojamaterial und zur Selektion erwünschter Eigenschaften eingesetzt. Auch die Gentechnik wird in der weltweiten Züchtung der Sojabohne verstärkt verwendet.

### Zuchtziele

#### **Aktuelle Zuchtziele Sojabohnen**

- Kornertrag
- Proteinertrag
- Frühreife
- Jugendentwicklung
- Standfestigkeit
- Kühletoleranz
- Trockentoleranz
- Krankheitsresistenzen

#### **Für die Fütterung**

- Aminosäurezusammensetzung

#### **Für Tofu-Sorten**

- Tofuausbeute
- Tofufestigkeit
- Geschmack

#### **Für Soja-Drink Sorten**

- Geschmack
- Zuckergehalt
- Zuckerszusammensetzung

Wie bei allen Kulturarten sind auch bei der Sojabohne zahlreiche Zuchtziele gleichzeitig zu bearbeiten. Von besonderer Bedeutung für den Anbauer sind der Kornertrag, die Frühreife und die Standfestigkeit. Um wettbewerbsfähig gegenüber anderen Kulturarten zu sein, muss sich der Kornertrag stetig weiterentwickeln und zwar auch in den klimatisch nicht so günstigen Gebieten. Allerdings ist eine frühere Reifezeit mit einem geringeren Ertrag verbunden. Daher ist es wichtig, dass verschiedene Sorten für die unterschiedlichen Klimabedingungen Deutschlands zur Verfügung stehen. Ein hoher Proteinertrag ist gewünscht, da die Sojabohne hauptsächlich zur Fütterung eingesetzt wird. Ein zu hoher Proteingehalt in den Samen (mehr als 45 %) ist meist mit Ertragseinbußen verbunden. Daher ist derzeit das Ziel, Sorten zu erstellen, die bei Eiweißgehalten um 43 - 45 % einen hohen Kornertrag aufweisen, um so einen möglichst

hohen Eiweißertrag je Hektar zu erzielen. Während die Steigerung des Ölgehalts der Sojabohne weltweit ein großes Zuchtziel darstellt, ist dies in Europa nicht der Fall. Da hierzulande der Bedarf an Speiseöl von Raps und Sonnenblumen gedeckt wird, ist eine weitere Ölpflanze nicht notwendig. Es ist eher eine Absenkung des Fettgehalts erwünscht, um den negativen Auswirkungen eines hohen Fettanteils bei der Fütterung von Sojavollbohnen entgegenzuwirken. Die Sojabohne ist gegenüber Beikräutern konkurrenzschwach, daher wäre eine schnellere Jugendentwicklung, vor allem bei ungünstigeren klimatischen Bedingungen, wünschenswert, um einen rascheren Bestandesschluss zu erreichen. Kühletoleranz von Sojabohnen ist notwendig, falls Spätfröste nach Auflaufen der Sojabohnen auftreten. Bei Nachttemperaturen unter 10 °C zur Blüte (Juni/Juli) kann es aber auch vorkommen, dass Sojabohnen ihre Blüten abwerfen. Kühletolerante Sorten sollten dies verhindern oder durch eine neue Blütenentwicklung den so drohenden Ertragsverlust kompensieren.

Für einen hohen Ertrag benötigen Sojabohnen ausreichend Wasser. Neben dem Wasserbedarf für die normale Pflanzenentwicklung spielt dabei eine Rolle, dass die Knöllchenbakterien der Sojabohne bei zunehmender Trockenheit relativ rasch ihr Wachstum einstellen und so den Sojabohnen nicht ausreichend Stickstoff zur Verfügung stellen. In Genbanken wurden allerdings Sojabohnen gefunden, die es den Knöllchenbakterien ermöglichen, auch bei Trockenheit länger Stickstoff zu bilden. Derzeit wird versucht, diese (spätreifen) Sojakerkünfte in aktuelles Zuchtmaterial einzukreuzen um dadurch trockenresistentere Sojasorten zu erstellen.

Bislang spielen beim heimischen Sojaanbau Krankheiten keine große Rolle. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei steigendem Anbau auch der Krankheitsdruck stärker wird. Derzeit ist die häufigste Krankheit die Weißstängeligkeit, verursacht durch den Pilz *Sclerotinia sclerotiorum*. Zunehmend tritt auch das Problem des *Phomopsis-Diaporthe* Krankheitskomplexes auf. Weltweit das größte Problem des Sojaanbaus ist der Befall durch Sojazystennematoden (*Heterodera glycines*). Die Ertragsausfälle durch diesen Fadenwurm betragen allein in den USA jährlich mehr als 1 Milliarde US-Dollar. Resistenzgene gegen diesen Schädling wurden entdeckt. Diese sollten baldmöglichst auch in europäischem Material eingesetzt werden, um so eine Einbürgerung dieses Schädling frühzeitig zu verhindern. Da inzwischen auch für weitere weltweit wichtige Krankheiten molekulare Marker für Resistenzen entwickelt wurden, kann frühzeitig begonnen werden, resistentes, frühreifes Material zu erstellen, auch wenn der Schaderreger hierzulande noch keine Bedeutung hat.

Sorten, die für die Herstellung von Tofu angebaut werden, sollten eine hohe Tofuausbeute bei gleichzeitig hoher Tofufestigkeit aufweisen. Zudem sollten sie über keine negativen Geschmackseigenschaften verfügen. Von Natur aus enthält die Sojabohne mehrere Inhaltsstoffe (z. B. Saponine und Lipoxygenasen), die den Geschmack für uns Europäer negativ beeinträchtigen. Diesen Geschmack kann man technologisch beeinflussen, langfristig zielführender ist es jedoch, den Geschmack züchterisch zu verbessern.

### Sortenzüchtung

Die Sojabohne ist ein Selbstbefruchter, d. h. die Narbe wird in fast allen Fällen von den eigenen Pollenkörnern bestäubt. Für die Züchtung wird meistens die Stammbaummethode verwendet. Diese beginnt mit der Kreuzung von aussichtsreichen, vorgeprüften Eltern. Dabei können Sojabohnensorten aus dem europäischen Ausland genauso eingesetzt wer-

den, wie frühreife Sorten aus Kanada und den USA. Damit wird die weltweit existierende Diversität auf für Deutschland geeignete Kandidaten eingegrenzt.

Die entstandene  $F_1$ -Generation wird geselbstet und die nachfolgenden  $F_2$ -Einzelpflanzen erstmals auf leicht festzustellende Merkmale, wie beispielsweise der Blühzeitpunkt, die Verzweigung oder das Tausendkorngewicht, selektiert. Jede selektierte Pflanze wird in der nächsten Generation ( $F_3$ ) als eine Reihe angebaut. Zunächst werden zwischen den  $F_3$ -Reihen die besten Reihen selektiert. Innerhalb der selektierten Reihen werden wiederum nur die besten Einzelpflanzen weitergeführt. In der nächsten Generation wird diese Selektion nochmals wiederholt. Nach einer Anzahl von Generationen (meist ab der  $F_5$ -Generation) werden keine Einzelpflanzen mehr selektiert, die Nachkommenschaften werden jetzt geramscht weitergeführt, da sie bereits einen hohen Homozygotiegrad erreicht haben. In dieser Generation finden auch die ersten Leistungsprüfungen statt. Dazu werden die aussichtsreichen Stämme auf 8 - 10 m<sup>2</sup> großen Parzellen an drei bis fünf Orten angebaut. Die Auslese der besten Linien wird in einer weiteren Prüfung in der nächsten Generation auf noch mehr Standorten erreicht. Die Sortenkandidaten müssen dann dem Bundessortenamt vorgestellt werden, das eine weitere Prüfung auf geeigneten Standorten in ganz Deutschland vornimmt und danach eine Entscheidung auf Zulassung trifft.

Eine Alternative ist das Verfahren des Ein-Korn-Ramschs (engl. *single seed descent*). Hierbei wird von jeder  $F_2$ -Pflanze nur ein Samen weitergeführt, dieser wird angebaut und die Pflanze damit geselbstet. Aus der entstehenden Pflanze wird wieder nur ein Samen geerntet und weitergeselbstet. Nach mehreren Generationen entstehen dadurch weitgehend homozygote (reinerbige) Pflanzen. Bei diesem Verfahren sind die Umweltbedingungen ohne Bedeutung, daher kann zur Beschleunigung des Zuchtgangs auch ein Gewächshaus oder der Anbau in völlig unterschiedlichen Klimazonen, wie beispielsweise in Costa Rica, durchgeführt werden. Erst in der Zielumwelt werden die Pflanzen entweder als Reihe oder als Einzelpflanzen angebaut und selektiert. Durch diese Nutzung von Zuchtgärten auf der Südhalbkugel ist es möglich, im Jahr bis zu vier Generationen anzubauen und daher den Zuchtgang deutlich zu beschleunigen.

Erfreulicherweise engagieren sich inzwischen auch mehrere Zuchtfirmen in Deutschland und Österreich in der Sojazüchtung. Daher kann man davon ausgehen, dass auch zukünftig neue, interessante Sojasorten auf den Markt kommen, die an die speziellen Anbaubedingungen in unseren Umwelten angepasst sind.

## Soja-Saatguterzeugung im Amtlichen Anerkennungsverfahren

Gerda Bauch

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
E-Mail: [gerda.bauch@LfL.bayern.de](mailto:gerda.bauch@LfL.bayern.de)

### Flächenentwicklung:

In den Jahren 2001 bis 2008 blieb die bayerische Soja-Anbaufläche zwischen 320 ha und 640 ha relativ konstant. Ab dem Jahr 2009 stieg sich die Anbaufläche rasant auf 7300 ha im Jahr 2015 (Quelle: IAB, 2015), die Vermehrungsfläche für Soja stieg im Zeitraum von 2010 (3,8 ha) bis 2015 auf knapp 350 ha an (Quelle: IPZ, 2015).

### Vermehrungsgebiete:

Im Jahr 2010 wurde im Regierungsbezirk Schwaben Soja auf einer geringen Fläche vermehrt. Bereits 2011 kamen Flächen in Oberbayern und größere Flächen in Unterfranken hinzu. 2012 versechsfachte sich die Vermehrungsfläche in Unterfranken auf über 50 ha, während Schwaben und Oberbayern wieder aus der Vermehrung aus- und niederbayerische Anbauer in die Vermehrung einstiegen. 2013 wurden bereits knapp 90 ha in Unterfranken vermehrt. In 2014 und 2015 setzte sich die starke Flächenexpansion in Unterfranken auf derzeit 223 ha fort. Weitere bedeutende Flächen befinden sich in Oberbayern (53 ha), Oberfranken (22 ha), Niederbayern und der Oberpfalz (jeweils ca. 20 ha).

### Rechtliche Regelungen zu Soja-Vermehrungen:

Die Anforderungen an die Vermehrungsflächen, die Beschaffenheit des Saatguts sowie Vorschriften zur Verpackung und Kennzeichnung sind auf europäischer Ebene in der Richtlinie 2002/57/EG und auf nationaler Ebene in der Saatgutverordnung (SaatgutV) geregelt.

Soja zählt saatgutrechtlich zu den Öl- und Faserpflanzen, botanisch gehört die Sojabohne zu den Leguminosen. In der Bestandesführung gleicht sie den groß- und mittelkörnigen Leguminosen und wird in der Feldbesichtigung nach deren Kriterien geprüft. Nachdem die Vermehrung bei der Anerkennungsstelle gemeldet ist, werden die Bestände mindestens einmal in amtlicher Besichtigung auf das Auftreten von Unkräutern und samenübertragbare Virus-Krankheiten (*Diaporthe phaseolorum* var. *Caulivora* oder var. *sojae*, *Phialophora gregata*, *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* oder *Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea*), sowie auf Sortenreinheit überprüft. Die Feldbestandsprüfung erfolgt zum Zeitpunkt der Blüte der Sojabohne.

Das Auftreten von Pflanzen, deren Samen sich nur schwer auf dem Saatgut herausreinigen lassen, wird überprüft. Da die Sojabohne ein Selbstbefruchter ist, ist ein Trennstreifen von 40 cm zu benachbarten Beständen ausreichend. Bei einem Sortenwechsel ist in der Vermehrung je nach Stufe ein Abstand von einem oder zwei Jahren Vorgabe.

Wenn die Feldbesichtigung erfolgreich durchlaufen wurde, kann das Saatgut bei der Saatgutprüfstelle zur Beschaffenheitsprüfung vorgestellt werden. Die Probenahme erfolgt amtlich.

Hier wird Mindestkeimfähigkeit, Feuchtigkeitsgehalt, Technische Reinheit, Besatz mit anderen Arten/Sorten und Unkrautsamen überprüft.

**Ablehnungsqouten bei Soja-Saatgut:**

Im Jahr 2012 wurden Proben für eine Saatgutmenge von knapp 900 dt untersucht. 290 dt wurden dabei wegen Nichterreichen der geforderten Beschaffenheitswerte abgelehnt. 2014 wurden bereits Proben für eine Saatgutmenge von 3240 dt vorgestellt. Hier erreichten knapp 370 dt nicht die geforderten Werte.

Gründe für die Ablehnung sind vor allem eine zu geringe Keimfähigkeit des Saatgutes, in geringerem Umfang auch technische Reinheit und Besatz mit Samen fremder Arten oder Sorten.

## **Herausforderung Soja-Saatguterzeugung: Erfahrungen aus Europa und Nordamerika**

Martin Miersch

Life Food GmbH / Taifun- Tofuprodukte

E-Mail: [M.Miersch@taifun-tofu.de](mailto:M.Miersch@taifun-tofu.de)

Mit der Verfügbarkeit und Qualität von Sojasaatgut beschäftigt sich der Tofuhersteller Taifun aus Freiburg seit seinem Einstieg in den Vertragsanbau von Bio-Sojabohnen im Jahr 1997. Verfügbarkeits- und Qualitätsprobleme bei Handelssaatgut bewogen das Unternehmen, sich zusätzlich auch um die Saatgutvermehrung zu kümmern. Seit 2005 ist Taifun VO-Firma für Sojasaatgut. Die Firma arbeitet mit einem kanadischen Züchter und Vermehrer von Lebensmittelsoja zusammen und ist dessen Bevollmächtigter beim Bundessortenamt. Neben seinen Vermehrungen in Deutschland bezieht Taifun auch Saatgut von einem österreichischen Partner und hat Erfahrungen mit einem französischen Vermehrer gesammelt. Seit fünf Jahren kooperiert Taifun eng mit der Landessaatzuchtanstalt der Universität Hohenheim bei der Züchtung von kühetoleranten, frühreifen Tofusojabohnen und hat im Januar 2015 eine erste eigene Sorte zur Wertprüfung angemeldet.

Immer wieder auftretende Qualitätsprobleme beim Saatgut in Bezug auf Reinheit, Keimfähigkeit und Triebkraft haben Taifun veranlasst, systematisch Ursachenforschung zu betreiben. Durch Literaturrecherche, Besuch und Ausrichtung von Workshops zum Thema und vor allem vielen Gesprächen mit Experten in Europa und Nordamerika wurde Wissen zur Optimierung der Prozesskette Saatgut gesammelt. Über den Stand dieser Arbeit wird anhand typischer Probleme entlang der Prozesskette berichtet und Lösungsansätze werden aufgezeigt. Dabei werden u. a. folgende Themen berührt: GVO-Vermeidung, hemmende Regelungen im Saatgutrecht, Keimfähigkeitsuntersuchungen und „borderline seedlings“, Diaporthe-Phomopsis-Komplex, Mähdrusch, Fördereinrichtungen, Trocknung, Reinigung und Lagerung.

## Herausforderung Sojavermehrung in Deutschland

Stefan Pohl

R.A.G.T. Saaten Deutschland GmbH

E-Mail: [s.pohl@ragt.de](mailto:s.pohl@ragt.de)

Das französische Züchtungshaus RAGT arbeitet über viele Kulturarten wie Mais, Getreide, Raps, Sonnenblumen, Gräser in verschiedenen Züchtungsprogrammen und seit 1975 wird auch die Kulturart Soja züchterisch bearbeitet. In zwei Stationen in Südfrankreich wird Soja von der Reifegruppe 000 bis 2 mit dem Zuchtziel auf Erzeugung von konventionellen Sorten verfolgt. Im Vordergrund stehen neben Ertrag auch Frühreife, Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und hoher Rohproteingehalt.

Bis vor wenigen Jahren war Soja in Deutschland von untergeordneter Bedeutung und Saatgutproduktion spielte keine Rolle. Das notwendige Saatgut wurde überwiegend aus dem Nachbarland Österreich importiert. Seit der Zunahme der Anbaubedeutung und mit dem Einstieg von Handelsfirmen wie die ZG Raiffeisen Karlsruhe, mit der Überlegung einer geschlossenen Produktion vom Saatgut bis zum verarbeiteten Endprodukt in der Futterproduktion, gibt es in Deutschland eine eigene Saatgutproduktion von Soja. Diese hat im Jahr 2015 mit ca. 531,50 ha ihren vorläufigen Höchststand erreicht. Die Saatgutproduktion verteilt sich auf die Bundesländer Bayern (332 ha), Baden-Württemberg (179 ha) und nach eigenen Informationen den Neuen Bundesländern (19,9 ha). Mit der Fläche kann ca. 50 % des Saatgutbedarfs in Deutschland gedeckt werden.

### **Saatgutproduktion von Sojabohnen**

Die Saatgutproduktion im Allgemeinen und bei Körnerleguminosen, wie Sojabohnen, im Speziellen ist ein mehrjähriger und fachlich anspruchsvoller Komplex. Dies zeigt die Abbildung 1 mit dem Vermehrungsaufbau von der Züchtung bis zum Anbau auf dem Feld. Darin wird deutlich, dass es sich hier um die Erzeugung von einem hochwertigen Betriebsmittel Saatgut handelt, welches auch seinen Preis hat.



Abb. 1: Vermehrungsaufbau in Deutschland

Die Saatgutwirtschaft (Züchter, VO, UVO, Vermehrer) gehen hier in einem mehrjährigen Prozess in Vorleistung. Diese Vorleistung beinhaltet neben der Zulassung einer neuen Sorte auch die Feldanerkennung, den möglichen Ausfall von Flächen, die Abschätzung des Bedarfs und auch das Wissen bzw. im Moment auch noch viel Unwissen um die Produktion.

Gerade die Witterung im Süden und Südwesten von Deutschland beinhaltet Risiken. Nasse Witterung fördert den Befall mit Diaporthe; die notwendige Trocknung des Saatgutes birgt Risiken in der Keimfähigkeit. (Erntejahr 2014 – Ausnahmegenehmigungen Beizung gegen Diaporthe; Senkung Mindestkeimfähigkeit von 80 % auf 70 %).

Die Qualität des Saatgutes wird durch die amtliche Saatgutankennung kontrolliert. Dabei wird nach Produktion von Basissaatgut (BS) und zertifizierten Saatgut in den Stufen (Z1 und Z2) unterschieden.

Tab. 1: Beschaffenheitsprüfung bei Öl- und Faserpflanzen

**Beschaffenheitsprüfung** Stand 30.6.2014  
 Mindestanforderungen  
 Öl- und Faserpflanzen

**Sojabohne**

	Keimfähigkeit mind. %	Feuchtigkeit max. %	Techn. Reinheit min. %	Höchstbesatz mit anderen Pfl.arten			Gewicht Probe g	unschädliche Verunreinigung max %	Pathogene	
				insgesamt Körner	Flughafer Körner	Seide Körner			Diaporthe phaseolorum max %	Pseudomonas Syringae pv. Glycinea
BS	80	15	98	5	0	0	1000	0,3	15	5 x 1000 Samen
ZS (Z1-Z2)	80	15	98	5	0	0	1000	0,3	15	1 x o. Befall
										alle Proben befallen > Aberk.



Das Saatgut, welches die RAGT mit den Partnern in Deutschland produziert und vertreibt, wird in Einheiten zu 150.000 Körnern und ungeimpft abgepackt. Das hat Vorteile für den Aufbereiter und auch für den Landwirt in der Form, dass durch frisches Beimpfen des Saatgutes eine hohe Sicherheit der Impfung erzielt wird.

Neben der Qualität sollte auch die zur Verfügung stehende Menge passen, deshalb ist es wiederum ein Risiko nur im trockenen Franken zu produzieren, da hier die Erträge relativ stark abhängig von den Niederschlägen sind. Bei Trockenheit kann die Erntemenge schnell sehr gering werden, ansonsten sind die Bedingungen in Teilen Frankens für Sojavermehrungen recht optimal.

Wir achten auf einen gesunden Mix in den Vermehrungsgebieten um sowohl Qualität als auch Menge in der benötigten Form bereit zu stellen.

Ein Problem ist die Vorhersage des Bedarfs an Saatgut. Politische Vorgaben, etwa wie 2015 à Greening/Kulap mit großkörnigen Leguminosen, waren lange nicht klar. Die Produktion von Basissaatgut muss aber schon 2 Jahre vorgeplant werden; Z-Saatgut auch ein Jahr vorher. Diese Fragezeichen haben die gesamte Saatgutwirtschaft im Frühjahr 2015 vor große Probleme gestellt.



Abb. 2: Bild Sojavermehrung 2015 bei Erding

# Öko-Futtersoja in Bayern - Vom Landwirt zum Kunden

Maria Bär<sup>1</sup> und Andreas Hopf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e.V.

<sup>2</sup>Vermarktungsgesellschaft Biobauern mbH

E-Mail: [baer@lvoe.de](mailto:baer@lvoe.de)

## Hintergründe

Gerade im Ökolandbau besteht der Anspruch, möglichst regional erzeugte Futtermittel einzusetzen. Vor allem proteinreiche und auch in der Aminosäurezusammensetzung geeignete Futtermittel aus regionaler Herkunft sind nicht ausreichend vorhanden, dies führt zu der sogenannten Eiweißlücke. Die Sojabohne spielt hierbei aufgrund der hohen Rohproteingehalte und des günstigen Aminosäurenmusters eine wichtige Rolle in der Monogasterfütterung. Eine bedarfsgerechte Versorgung von Monogastriern mit den essenziellen Aminosäuren kann insbesondere in der Anfangsmast erhebliche Schwierigkeiten bereiten, da diese Tierarten nicht nur qualitativ, sondern auch mengenmäßig hohe Anforderungen an die Eiweißfuttermittel stellen [Simon, 2014].

Neben der Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe spielt die heimische Eiweißfuttermittelversorgung vor allem aus Gründen der Qualitätssicherung eine entscheidende Rolle im ökologischen Landbau. Futtermittelimporte und die dadurch immer komplexer werdenden Wertschöpfungsketten erschweren die Qualitätskontrolle bei Öko-Futtermitteln, weshalb eine verstärkte heimische Erzeugung angestrebt wird. Die EU-Öko-Verordnung sieht zudem das Verbot des Einsatzes von konventionellen Futterkomponenten im ökologischen Landbau ab 2018 vor. Bislang dürfen bis zu fünf Prozent konventionelle Eiweißkomponenten in der Ration enthalten sein. Meist sind es Maiskleber und Kartoffelstärke, die hohe Anteile an essentiellen Aminosäuren liefern. In Bio-Qualität stehen diese beiden Komponenten nicht in ausreichender Menge zur Verfügung [oekolandbau.de, 2015]. Der Bedarf an ökologisch erzeugten Eiweißfuttermitteln wird sich folglich weiter vergrößern.

## Aktuelle Situation in Bayern

In Bayern werden aktuell zwischen 850 und 900 Hektar Soja nach biologischen Standards erzeugt, sowohl Futter- als auch Konsumware. Die Hauptanbaugebiete konzentrieren sich auf die körnermaisfähigen Standorte in Niederbayern, Oberbayern, Schwaben und Unterfranken. In der Schweine- und Geflügelfütterung haben vor allem die Trypsinhibitoren in der rohen Bohne eine antinutritive Wirkung und senken die Verdaulichkeit des Proteins. Diese müssen durch Wärmebehandlung inaktiviert werden. Hierzu gibt es in Bayern aktuell vier dezentral verteilte Sojaaufbereitungsanlagen mit unterschiedlichen Aufbereitungskonzepten [Turner, S., 2013]. Während Ackerbohnen und Erbsen häufiger von Landwirt zu Landwirt gehandelt werden, erfolgt die Erfassung der Sojabohne, aufgrund der benötigten thermischen Aufbereitung, häufiger über die Vermarktungsgesellschaften der ökologischen Anbauverbände oder direkt über die Futtermittelhersteller [StMELF, 2013]. Durch

eine stärkere vertikale Einbindung der Sojaerzeuger in die Wertschöpfungskette mittels Vertragslandwirtschaft soll eine bessere Planbarkeit für Futtermittelwerke erwirkt, und so durch die gesamte Lieferkette für ökologisch erzeugtes Futtersoja, vom Anbau über die Aufbereitung bis hin zur Veredlung, optimiert werden. Anbauverträge schließt der Landwirt in der Regel mit den Erzeugergemeinschaften, welche als Systemlieferanten für die Futtermittelwerke tätig sind. Ein Fallbeispiel für eine Öko-Futtersoja Wertschöpfungskette in Bayern wird im Folgenden aufgezeigt.

### **Fallbeispiel: Futtersoja Projekt zwischen Feneberg Lebensmittel GmbH, Meika GmbH und Vermarktungsgesellschaft Bio-Bauern mbH**

Die Erzeugergemeinschaft “Vermarktungsgesellschaft Bio-Bauern mbH“ mit Sitz in Pöttmes im Landkreis Aichach vermarktet seit 2011 Druschfrüchte und Kartoffeln von Bio-Verbandsbetrieben aus Bayern und angrenzenden Regionen. Seit 2011 beliefert die Vermarktungsgesellschaft das Krafftuttermittelwerk Meika GmbH in Großaitingen (Landkreis Augsburg) mit Körnerleguminosen. Noch zur Ernte 2011 war der Anbau von Bio-land Futtersojabohnen preisbedingt sehr unattraktiv.



Abb. 1: Schematische Darstellung der Öko-Futtersoja Wertschöpfungskette

Der Preisaufschlag zu Erbsen und Ackerbohnen lag bei etwa 60 %, das Risiko und die Produktionskosten jedoch deutlich höher als bei den Vergleichskulturen. Die Preisentwicklung kann der folgenden Grafik entnommen werden. (Preise ohne MwSt., teilw. incl. Transport zu Abnehmer, Qualitätszu- und abschläge, Trocknung und Lagerzuschläge).

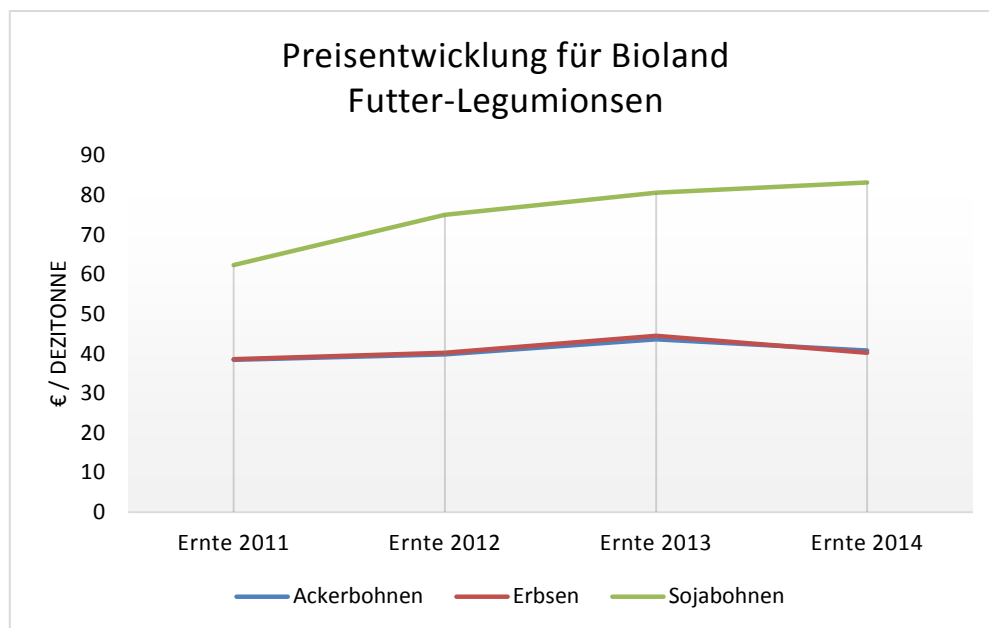


Abb. 2: Preisentwicklung der Erzeugerpreise der VG Biobauern für Bioland Futter-Legumionsen

Zur Ernte 2012 startete die Firma „Feneberg Lebensmittel GmbH“ gemeinsam mit den Futtermittelwerken Meika und Kaisermühle ein Anbauprojekt zur Stärkung der bayerischen Öko-Futtersoja Lieferketten. Die Vermarktungsgesellschaft übernahm die Organisation des Vertragsanbaus für die Kooperationspartner. Ein fester Preis sollte die Attraktivität der Kultur Soja erhöhen und einen Teil des Produktionsrisikos abfedern. Zur Ernte 2012 betrug dadurch der Preisaufschlag zu Erbsen fast 90 %. Die Anbaufläche konnte deutlich gesteigert werden. Flankiert wurde das Anbauprojekt durch umfangreiche Beratungs- und Aufklärungsarbeit der LVÖ Bayern e.V im Rahmen des Soja-Netzwerks. Demonstrationsanbau und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen wie beispielsweise Feldtage auf Praxisbetrieben und regelmäßige Informationsschreiben führten zu einem wachsenden Know How bei den Bio-Marktfruchtbetrieben. Zur Ernte 2013 konnte der Vertragspreis um weitere 5 €/dt erhöht werden, da auch der Preis für nach EU-Bio Standard erzeugtem Soja gestiegen war.

Die Arbeit der Vermarktungsgesellschaft umfasst im Wesentlichen den Abschluss von Anbauverträgen, Organisation und Verkauf des Soja-Saatguts und der Impfmittel, Unterstützung der Betriebe bei Trocknung und Einlagerung sowie Organisation des Transports zum Kraftfutterwerk und Abrechnung der Sojabohnen. Auch Dokumentation und Erstellung der Öko-Begleitpapiere gehören zur Abwicklung.

Vor allem in der Saison 2014 kam es zu einer deutlichen Ausweitung der Anbaufläche und Anstieg der Soja-Erzeuger, jedoch führte die extrem schwierige (feuchte) Witterung mit wenig Sonne im August und September zu vielen unbefriedigenden Beständen, niedrigen Erträgen, hoher Verunkrautung und sehr später Ernte. Das Anbaujahr 2015 verlief völlig konträr: geringer Unkrautdruck, gute Abreife, dafür aber Ertragseinbußen durch zu hohe Trockenheit – insgesamt aber ein sehr gutes Sojajahr. Der Anbau war aufgrund der Erfahrungen von 2014 nur unwesentlich vergrößert worden.

## Schlussfolgerung

Neben dem anspruchsvollen Unkrautmanagement von ökologischen Sojabohnen stellen vor allem die langen Transportwege zu den wenigen dezentral verteilten Aufbereitungsanlagen einen Hemmfaktor dar. Zudem wirken sich die aktuell noch sehr kleinen Chargengrößen, die die Kosten bei Lagerung, Transport und Lieferabwicklung nach oben treiben, nachteilig auf die Erzeugergemeinschaften und Kraftfuttermittelwerke aus.

Andererseits bestehen gerade für ökologisch erzeugte Sojabohnen sehr gute Absatzmöglichkeiten und dadurch bedingt hohe Deckungsbeiträge. Die Erzeuger von biologischen Sojabohnen profitieren aktuell von der Abnahme und Preissicherheit, die bei anderen Legumiosen, wie beispielsweise der dunklen Futtererbse, nicht gegeben ist.

Um das Ungleichgewicht zwischen Erzeugung und Bedarf von biologischen Sojabohnen für die Monogasterfütterung entlang der Wertschöpfungskette auszugleichen, wird sich die LVÖ zusammen mit den Akteuren entlang der Lieferkette weiterhin verstärkt für einer Verbesserung der Situation einsetzen. Wesentliche Arbeitsschritte sind hier neben verstärkten Wissenstransfermaßnahmen, die Erstellung eines praxisgerechten Leitfadens zur Optimierung der Wertschöpfungskette und die Erarbeitung innovativer Vertragsproduktion.

Die Chancen für eine moderate Ausweitung der Sojaanbaufläche werden tendenziell positiv eingeschätzt. Das zunehmende Wissen über die Sojabohnenproduktion bei den Erzeugern und die Preis- und Abnahmesicherheit sind hierbei die entscheidenden Faktoren bei der Ausweitung des Anbaus.

## Literaturverzeichnis

StMELF (2013): Evaluation des Ökologischen Landbaus in Bayern. Triesdorf / Freising, [https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/landwirtschaft/dateien/abschlussbericht\\_0\\_ekolandbau\\_mit\\_zusammenfassung.pdf](https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/landwirtschaft/dateien/abschlussbericht_0_ekolandbau_mit_zusammenfassung.pdf)

Simon, S.; Vogt-Kaute, W. (2015): 100-Prozent-Biofütterung: theoretisch ja, praktisch schwierig. In: Ökologie und Landbau, Heft 170, S. 12–14.

Thurner, S. (2013); Vergleich der Verfahrenstechnik zur Sojaaufbereitung. Unter Mitarbeit von Zeindl, R., Asam, L. In: Agrarforschung hat Zukunft - Wissenschaftstagung der LfL, 4 2013, S. 63–72.

www.oekolandbau.de: 100 Prozent Bio im Futter. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/thema-des-monats/100-prozent-bio-im-futter/>

## **Regionale Futtermittel: Bayerisches Soja für UNSER LAND Lebensmittel**

Josef und Ludwig Asam

Rieder Asamhof GmbH & Co. KG  
E-Mail: [l.asam@asamhof-kissing.de](mailto:l.asam@asamhof-kissing.de)

### **Zusammenfassung**

Die bayerische Regionalmarke UNSER LAND hatte schon sehr früh das Ziel, auch tierische Lebensmittel so regional wie möglich zu erzeugen. Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Fütterung, bei der alle pflanzlichen Futterbestandteile aus der Region stammen sollen. Auf der Suche nach einem regionalen Produzenten für Eiweißfutterkomponenten wie Erbsen, Ackerbohnen und Soja, wurde die Regionalmarke bei Josef Asam fündig. Seit 1996 wird das Futter für die Legehennen des Asamhofes ausschließlich aus regionalen Komponenten am eigenen Betrieb gemischt. Andere Legehennenbetriebe aus dem UNSER LAND Netzwerk haben dann begonnen, das Futter oder geröstete Sojabohnen vom Rieder Asamhof zu beziehen. Dem Betrieb ist somit die Aufgabe der regionalen Eiweißfuttermittelbeschaffung für das Netzwerk zugefallen.

Auf Grundlage der guten Zusammenarbeit und der Sicherheit, dass nach den UNSER LAND Kriterien faire Preise auf jeder Stufe der Verarbeitung gezahlt werden, wurde 2006 in eine hydrothermische Sojaaufbereitungsanlage mit integrierter Expanderbehandlung investiert. Hergestellt werden auf dem Asamhof Vollfettsojaschrot, geröstete Sojabohnen und Sojakuchen. Mittlerweile beschäftigt der Betrieb acht Mitarbeiter, verarbeitet pro Jahr ca. 3500 t Soja zu Futtermitteln und produziert ca. 4000 t Mischfuttermittel. Der Sojabedarf für das UNSER LAND Netzwerk wird komplett über Kontrakte mit Landwirten aus Bayern abgesichert. Die hohe Qualität der hergestellten Futtermittel konnte bei verschiedenen Forschungsvorhaben nachgewiesen werden.

### **Abstract**

The regional brand UNSER LAND had very early the target to produce even animal products such as meat and eggs as regional as possible. The main focus here lays on the feeding in which all parts of the feedstuff should come from the region. Searching for regional producer for protein feed components such as peas, field beans and soybeans, UNSER LAND finally and successfully found them at the Rieder Asamhof with Josef Asam. Since 1996, the feed for the laying hens of the farm is mixed exclusively from regional components on the own holding. Other farms who keep laying hens and produce for the UNSER LAND network subsequently begun to buy the feed or roasted soybeans from the Rieder Asamhof. The company finally got entrusted with the production of regional protein feed for the UNSER LAND network.

Due to the good cooperation and the security that according to UNSER LAND criteria, fair prices are paid at each stage of processing, in 2006 the company invested in a hydro

thermal soy processing plant with integrated expander treatment. The Asamhof manufactures in the processing plant full-fat soybean meal, roasted soybeans, and soybean cake. Currently, the company has eight employees, processes about 3500 tons of soybean feed and produces approximately 4000 tons compound feed per year. The soybean demand for the network UNSER LAND is hedged through contracts with farmers from Bavaria. The high quality of the produced feed was proved in various research projects.

## **Einleitung und Zielsetzung**

Die Rieder Asamhof GmbH & Co. KG wurde mit dem Kauf des Raiffeisen Lagerhauses in Ried 2003 gegründet und existiert nun seit 12 Jahren. Sie entstand aus der Entscheidung heraus, in die gewerbliche Futtermittelproduktion einzusteigen, nachdem schon viele Jahre für den eigenen Betrieb und für Kleintierhalter Mischfutter für Legehennen, Kaninchen, Rinder und Schafe hergestellt wurde. Die Marke UNSER LAND steht von Anfang an für Stabilität und Langfristigkeit, sie hat sich um München herum als Solidargemeinschaft und Stadt – Land – Partnerstadt kontinuierlich entwickelt. Mit dem Sojaanbau und dem eigenen Legehennenfutter war der Asamhof von Anfang Teil der Initiative. Die Investition in eine Sojaaufbereitungsanlage im Jahr 2006 hatte zum Ziel, in ein noch besseres Soja-Aufbereitungsverfahren zu investieren. Durch die Teilnahme an verschiedenen Forschungsprojekten wurde der Aufbereitungserfolg zusätzlich überprüft.

Für verschiedene Forschungsprojekte der LfL, der Hochschule Weihenstephan sowie für das Forschungsprojekt "Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung" wurden in den letzten Jahren Sojaproben für Analysen und Fütterungsversuche zur Verfügung gestellt.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die steigende Nachfrage nach UNSER LAND Produkten, vor allem nach Eiern, hatte zur Folge, dass Anbau und Bedarf an Eiweißfuttermitteln, insbesondere Sojabohnen, jährlich zunahm. Die Schwankung der Sojaanbaufläche ergibt sich vor allem aus dem schwankenden Preisniveau und der Konkurrenzsituation zu anderen Kulturen, wie Weizen und Körnermais. Insbesondere die verstärkte Förderung von Biogasanlagen und der hohe Bedarf an Silomais hat die aufstrebende Bereitschaft, Soja anzubauen, gedämpft. Durch die Ausbildung und Förderung von Anbauberatern und Forschungsprojekten im Bereich der Sojafütterung wurde der Anbau in den letzten Jahren dennoch deutlich ausgedehnt (siehe Abbildung 1). Die nächsten Jahre werden zeigen, ob die Preise für heimisch produzierte Soja gehalten werden können, da der Anbau durch Greening und KULAP Maßnahmenprogramme deutlich zugenommen hat.

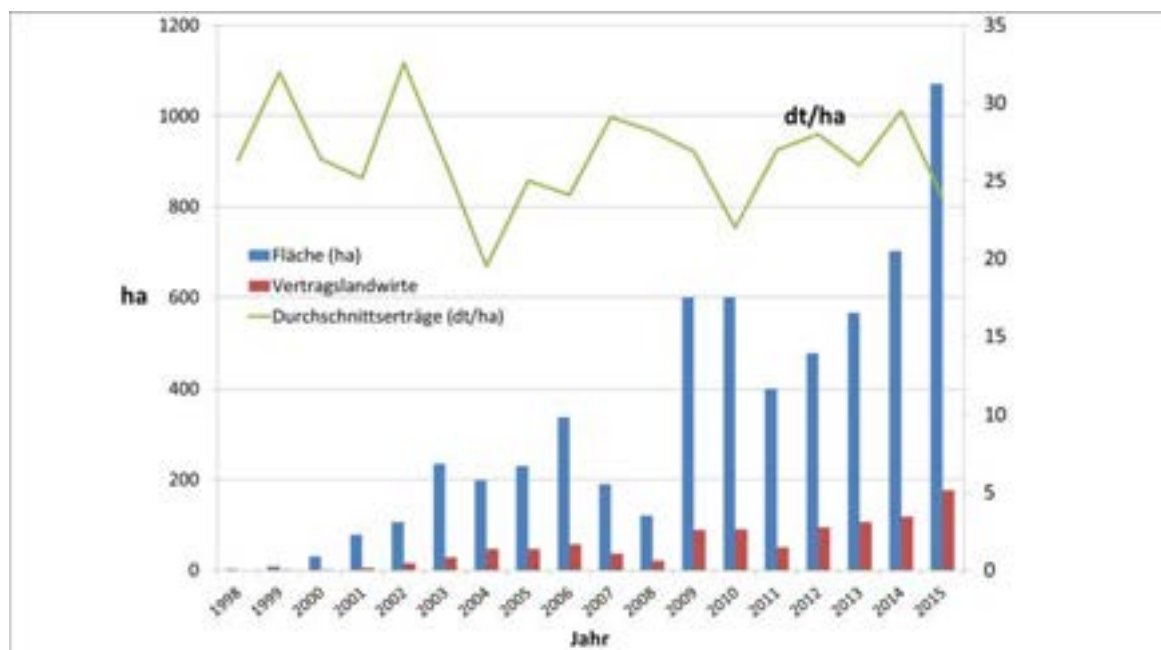


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der Vertragslandwirte und der kontraktierten Sojafläche (inklusive Eigenverbraucher)

Die Sojafuttermittel Sojakuchen, mit ca. 42 % Rohprotein- und 8 % Rohfettgehalt, sowie Vollfettsojaschrot mit ca. 36 % Rohprotein und 18 % Rohfettgehalt, sind im Vergleich zu klassischen Sojaschroten deutlich ölhaltiger. Das liegt daran, dass die Entölung bei Sojakuchen mit umgerüsteten Rapsölpresen mechanisch und nicht chemisch stattfindet.

Bei Fütterungsversuchen mit Mastbroilern zeigte sich dennoch die hohe Verdaulichkeit des Vollfettsojaschrotes. Es besteht die Möglichkeit, Sojaschrot in der Ration komplett durch Vollfettsojaschrot zu ersetzen (Kraft 2013). Sojakuchen wies bei praecaecalen Aminosäureverdaulichkeitsversuchen sogar eine höhere Verdaulichkeit auf, als die eingesetzten Sojaschrote (Schäffler et al. 2015). Auch im Rinderbereich bei der Milchviehfütterung kann Sojaschrot durch Sojakuchen komplett ersetzt werden (Ettle et al. 2011). Bei der Schweinemast ist jedoch mit höheren Kosten beim Einsatz dieser regionalen Futtermittel zu rechnen (Lindermayer et al. 2011).

## Schlussfolgerung

UNSER LAND Erzeuger erhalten einen fairen Preis. Faire Preise sichern Existenzen, stärken die Region und die wertvolle Vielfalt unserer Heimat. Im Sojabereich haben wir mit unserem Vertragsanbau in den vergangenen Jahren eine faire Preispolitik praktiziert. Damit langfristig Leguminosen und Eiweißfuttermittel in Deutschland angebaut werden, muss der Verbraucher allerdings tierische Produkte mit regionaler Fütterung preislich honorieren. UNSER LAND ist durch das Engagement in der Fütterung im Hinblick auf die regionale Herkunft von Lebensmitteln einen Schritt weiter gegangen als das staatliche Siegel „Regionalfenster“.



## Dank

Wir möchten uns ganz herzlich bei UNSER LAND für die vertrauensvolle und langjährige Zusammenarbeit bedanken.

## Literaturverzeichnis

Ettl T, Obermaier A, Rimili S (2011): Eiweiß für die Milchkuh – Sojaprodukte aus heimischer Aufbereitung in der Milchviehfütterung.

URL: [http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user\\_upload/Fachartikel/Fachartikel-Eiwei%C3%9F\\_fu%CC%88r\\_die\\_Milchkuh-ETTLE-WEB.pdf?PHPSESSID=2a5b3733d3867a40198bd15dc7c5d1a8](http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel-Eiwei%C3%9F_fu%CC%88r_die_Milchkuh-ETTLE-WEB.pdf?PHPSESSID=2a5b3733d3867a40198bd15dc7c5d1a8)

Kraft K (2013): Einfluss der thermischen Aufbereitung auf die Proteinqualität von vollfetten Sojabohnen. Vortrag am 06.09.2013 in Aschau am Inn.

Lindermayer, H, Probstmeier, G (2011) Reduzierte Futterkosten in der Schweinemast. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

URL: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/36201\\_mast\\_futterkostenred.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/36201_mast_futterkostenred.pdf)

Schäffler M, Brunlehner E-M, Lindermayer H (2015): Standardisierte praecaecale Aminosäureverdaulichkeiten in Soja- und Rapsprodukten beim Schwein. Teilprojekt bayerische Eiweißstrategie

URL: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/098546\\_versuchsbericht.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/098546_versuchsbericht.pdf)

## Regionale Futtermittel - Ein Erfolgsrezept für die Zukunft

Bernhard Stoll

Raiffeisen Kraftfutterwerk Kehl GmbH

E-Mail: [bernhard.stoll@rkw-kehl.de](mailto:bernhard.stoll@rkw-kehl.de)

### Zusammenfassung

Als genossenschaftliches Unternehmen, welches in der Region Baden-Württemberg verwurzelt ist, sieht sich die ZG Raiffeisen eG Karlsruhe schon immer regional.

Wir, die Raiffeisen Kraftfutterwerk Kehl GmbH, ein Tochterunternehmen dieser Genossenschaft, hat sich von jeher ganz klar gegen die grüne Gentechnik ausgesprochen und stellt seit jeher Futtermittel ohne Gentechnik her. Da wir uns schon immer für unsere regionalen Märkte stark gemacht haben, stehen wir permanent mit regionalen Partnern, sowohl auf der landwirtschaftlichen Ebene als auch auf der Ebene der Rohstoffveredelung und Lebensmittelerzeugung, im Dialog.

Bereits im Jahr 2009 gab es erste Überlegungen ein regionales Futtermittelkonzept aufzubauen. Wir starteten daher bereits im Frühjahr 2010 mit dem Projekt Soja in unserer Region zu erzeugen. Was im Jahr 2010 mit einer Erntemenge von 500 Tonnen begann, hat sich bis zum Jahr 2014 auf eine Erntemenge von 3.500 Tonnen erhöht.

Die Nachfrage nach regionalen Futtermitteln, welche sich auch aus der Nachfrage der regionalen Lebensmittel generiert, ist ungebrochen groß. Wir arbeiten daher nicht nur mit der in Deutschland erzeugten Sojabohne, sondern seit dem Jahr 2014 auch mit Soja aus der Donauregion.

Verschiedene Beispiele der Vermarktung von gentechnikfreien Produkten zeigen heute schon erfolgreiche Möglichkeiten auf, Mehrwert zu schöpfen. Innerhalb unserer Unternehmensgruppe setzen wir in unseren Raiffeisenmärkten komplett auf gentechnikfreie Produkte. So sind die von uns vertriebenen Eier schon komplett ohne Gentechnik produziert. Auch im Bereich der Fleisch- und Wurstwaren vertreiben wir mit großem Erfolg Wurstwaren von Schweinen, welche gentechnikfrei und regional gefüttert sind.

Seit September 2014 vertreiben wir in allen Niederlassungen der ZG Raiffeisen eG das komplette Sackwarensortiment ausschließlich auf Basis regionaler und europäischer Rohstoffe. Wir stellen fest, dass unsere Kunden bereit sind, den Mehrwert zu honorieren.

## Vermarktung von Öko-Soja in Nord- Westdeutschland

Alexander Krahn

Engemann GmbH & Co. KG  
E-Mail: [a.krahn@engemann-bio.de](mailto:a.krahn@engemann-bio.de)

Die Brüder Andreas und Klaus Engemann betreiben seit 1988 auf ihrem Hof in der Warburger Börde im südlichen Ostwestfalen ökologischen Landbau nach den Richtlinien des Bioland-Verbandes. Während der letzten 27 Jahre wurde der Betrieb innovativ weiter entwickelt. Unter dem Dach des Biolandhofs Engemann gibt es heute neben der auf den Anbau von Sonderkulturen ausgelegten Landwirtschaft am Stammsitz verschiedene Firmenzweige wie eine Champignonzucht, einen gärtnerischen und einen obstbaulichen Betrieb, zwei landwirtschaftliche Betriebe in Thüringen, einen landwirtschaftlichen Betrieb in der Slowakei und je ein Handelsunternehmen für Gemüse und Obst sowie Getreide (Engemann GmbH & Co. KG). Im Getreidehandel liegt der Schwerpunkt in der Vermarktung von Speise- und Futtergetreide, Ölsaaten, Spezialitäten und Soja.

Seit 2009 beschäftigt sich der Biolandhof Engemann selbst aktiv mit dem Thema Bio-Soja. In 2009 wurde erstmalig auf den eigenen Betrieben in Thüringen der Versuch unternommen, ökologisch erzeugte Sojabohnen anzubauen. Seitdem hat sich der Sojaanbau an diesem Standort etabliert und ist zu einer festen Größe in der Fruchtfolgeplanung geworden. Somit werden jährlich auf ca. 10 ha Bio-Sojabohnen in Speisequalität erzeugt.

Anreiz zum Anbau von Sojabohnen war die perspektivisch immer größer werdende Nachfrage im Speisebereich, da zu diesem Zeitpunkt bereits der Trend hin zu fleischloser und veganer Ernährung abzusehen war. Zudem war die Eiweißversorgung in der Bio-Tierhaltung ein weiterer ausschlaggebender Punkt, sich mit dem Thema intensiv auseinanderzusetzen.

Zeitgleich mit dem Anbau wurde auch ein Weg zur Vermarktung der Erntemengen gesucht und entwickelt, da auch andere Bio-Landwirte am Sojaanbau Interesse zeigten. Da aber ohne eine Beratung zum Anbau und die Schaffung einer sicheren Abnahmemöglichkeit es bei vereinzelt Anbauversuchen geblieben wäre, wurde dieser Bereich intensiv bearbeitet. Durch die Ausrichtung von Feldtagen und Informationsveranstaltungen (u. a. 1. Heimisches Bio-Soja-Forum am 18.03.2014 in Hamm in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Ökolandbau Niedersachsen und gefördert im Rahmen der Bio-Offensive) wurden im nordwestlichen und mitteldeutschen Teil der Bundesrepublik in den vergangenen Jahren immer mehr Bio-Landwirte vom Anbau der Sojabohne überzeugt.

Die Herausforderung war und ist die Entwicklung von regionalen Wertschöpfungsketten, da bisher keine Struktur für die Aufbereitung, Vermarktung und Verarbeitung von im nord-westdeutschen Raum angebauten Bio-Sojabohnen vorhanden war. Durch die klimatischen Verhältnisse in diesen Regionen war bisher meistens nur der Anbau von Sojabohnen mit Sorteneigenschaften, die für eine Verwertung im Speisebereich nicht geeignet sind, möglich.

Für den Bereich der Speise-Sojabohnen gibt es mittlerweile einen Handelspartner in Nordrhein-Westfalen, der die Sojabohnen zur Tofugewinnung und Herstellung von Soja-Drinks verarbeitet.

Im Bereich der Vermarktung von Sojabohnen für eine Verwertung in der Tierfütterung wurde in Kooperation mit einem weiteren Biolandbetrieb in Niedersachsen eine Möglichkeit zur Verarbeitung und Aufbereitung im nord- und mitteldeutschen Raum realisiert.

Während der vergangenen Jahre konnten wir somit immer mehr Bio-Landwirte in unserer Region davon überzeugen, auf mittlerweile mehr als 300 ha Anbaufläche ökologisch erzeugte Sojabohnen anzubauen und über die Engemann GmbH & Co. KG zu vermarkten. Schwerpunkte des Anbaus liegen hier in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen, aber auch Landwirte aus Thüringen, Hessen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Brandenburg bauen vermehrt Bio-Sojabohnen an.

## Saatechnik- und Saatstärkeversuch zu Sojabohnen

Alois Aigner und Georg Salzeder

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
E-Mail: [alois.aigner@LfL.bayern.de](mailto:alois.aigner@LfL.bayern.de)

### Zusammenfassung

In einem ersten Tastversuch wurden bereits 2011 verschiedene Saatechniken und Saatstärken geprüft. Mit der Ausdehnung des Sojaanbaues wurde zur Aussaat 2014 diese produktionstechnische Frage wieder aufgegriffen und ausgeweitet. Es wurden in Drill- und Einzelkornsätechnik drei Saatstärken und drei verschiedene Sortentypen geprüft. Bei der Drillsaat waren die Ertragsunterschiede zwischen 60 bzw. 70 Körner/qm sehr gering. Nach Berücksichtigung der Saatgutkosten hätte wirtschaftlich eine Saatstärke von 60 Körnern/qm ausgereicht. Eine Saatstärke von 50 Körnern/qm war bei allen Sorten zu gering. Die Einzelkornsätechnik mit einer Reihenweite von 50 cm konnte in diesem Versuch bei keiner Variante mit der Drillsaat im Ertrag mithalten.

### Einleitung und Zielsetzung

Mit dem Aktionsprogramm Heimische Eiweißfuttermittel hat die bayerische Staatsregierung für die Jahre 2011 und 2012 eine Initiative zur Verbesserung der Eiweißversorgung aus heimischen Grundfuttermitteln gestartet und dieses Programm 2013 und 2014 weiter geführt. Im Rahmen dieses Programmes sollte auch der Anbau von Sojabohnen als qualitativ hochwertiges Eiweißfuttermittel vorangetrieben werden. In den letzten 6 Jahren hat der Anbau in der Praxis kontinuierlich zugenommen und mit 7 276 ha im Jahr 2015 einen neuen Höchststand erreicht. In den Jahren 2011 bis 2013 wurden produktionstechnische Fragen der notwendigen Impfung mit Rhizobien und der optimalen Saatzeit von Sojabohnen an der Landesanstalt bearbeitet. Die Ergebnisse wurden in Posterform dargestellt und auf verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt und intensiv diskutiert. Als weitere produktionstechnische Frage wurden 2011 in einem ersten Tastversuch die optimale Saatstärke und Saatechnik aufgegriffen. Da das Saatgut beim Sojaanbau den größten Kostenfaktor darstellt, drängt sich die Frage auf, wie weit die Saatstärke ohne wirtschaftliche Ertragsverluste reduziert werden kann, dies wurde in einem Versuch wieder aufgegriffen. Speziell im Ökoanbau wird die Saat der Sojabohnen als „Reihenkultur“ favorisiert, um mit einer Maschinenhacke die Unkräuter zwischen den Reihen in Schach halten zu können.

## Material und Methoden

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde im Frühjahr 2014 der nachfolgende Versuch geplant und angelegt:

- A: Sätechnik:     1 = Drillsaat mit 13,6 cm Reihenabstand  
                  2 = Einzelkornsaat mit 50 cm Reihenabstand
- B: Saatstärke:    Drillsaat 50, 60 und 70 Körner/qm  
                  Einzelkornsaat: 50, 60 und 40 Körner/qm
- C: Sorten:        Sultana 000; kurzwüchsige Sorte mit geringer Verzweigungsneigung  
                  Pollux 00/000; massenwüchsige Sorte und etwas Lager anfällig  
                  ES Mentor 00, späte Sorte mit höherer Verzweigungsneigung

## Ergebnisse und Diskussion

Bereits am 10. April konnte der Versuch in Pettenbrunn bei Freising bei gut abgetrockneten Bodenbedingungen gesät werden. Die Impfung erfolgte einheitlich mit dem Impfmittel FORCE 48 unmittelbar zur Saat. Mit einer Ackerzahl von 63 Bodenpunkten kann der Standort als guter Ackerbaustandort eingestuft werden und ist mit über 800 mm Jahresniederschlag und einer 7,8 °C Durchschnittstemperatur für den Sojabohnenanbau gut geeignet.

In der Tabelle 1 sind für die drei Sorten die genauen Aussaatstärken und ausgezählten Keimpflanzen bei Drillsaat und Einzelkorn (EZK) Saat, sowie die Erträge und wichtige Bonituren zusammengestellt.

Die Abstufung der Aussaatstärken war bei der EZK-Sämaschine durch die Getriebeeinstellungsmöglichkeiten vorgegeben. Entsprechend den möglichen Saatstärken der EZK Maschine wurde bei der Drillsaat die Saatmenge pro Parzelle über TKG und Keimfähigkeit berechnet. Da bei der EZK Saat der Abstand in der Reihe bei einer Saatstärke von 70 Körnern/qm zu dicht gewesen wäre, wurde hier als 3. Stufe eine Saatstärke von nur 40 Körnern/qm geprüft.

Tab. 1: Einfluss der Sätechnik auf Ertrag und agronomische Eigenschaften

	Saatstärke		Keim- pflanzen pro qm	Feld- auf- gang %	Kornertrag		TKG g	Hülsen- ansatz cm	Pflanzen- länge cm	Lager vor Ernte	Verun- krautung Bonitur
	Körner/ qm				abs.	relativ					
Drillsaat 13,6 cm	Sultana	51	46	89	45,0	= 100 %	202	8,8	66	1,5	1,5
	Sultana	61	47	77	45,3	101	205	9,0	67	1,3	1,3
	Sultana	70	57	81	46,1	102	199	9,0	71	2,0	1,3
	Pollux	49	41	84	47,0	= 100 %	181	11,0	107	3,3	1,5
	Pollux	65	45	69	49,1	105	179	11,0	113	4,0	1,0
	Pollux	70	52	74	49,3	105	182	11,0	114	4,8	1,3
	ES Mentor	48	32	66	47,2	= 100 %	212	9,5	88	2,3	1,3
	ES Mentor	61	44	71	50,7	107	212	9,5	85	3,3	1,3
	ES Mentor	70	47	67	51,4	109	211	9,5	89	3,5	1,0
EZK - Saat 50 cm	Sultana	51	32	63	37,6	= 100 %	220	8,0	56	1,0	4,5
	Sultana	60	38	64	37,5	100	219	8,0	62	1,0	3,0
	Sultana	40	28	70	36,4	97	220	8,0	64	1,0	3,5
	Pollux	49	32	66	44,0	= 100 %	177	9,8	109	1,8	2,0
	Pollux	65	37	57	45,3	103	180	10,0	107	3,0	2,0
	Pollux	40	29	73	43,7	99	183	9,8	96	2,0	3,0
	ES Mentor	47	28	59	43,7	= 100 %	216	8,8	76	1,0	3,0
	ES Mentor	61	30	50	45,4	104	215	8,8	77	1,0	2,5
	ES Mentor	40	23	57	41,6	95	217	8,8	77	1,5	3,3

**Ergebnisse:**

Bei der Drillsaat wurde bei allen Sorten mit einer Saatstärke von 70 Körnern/qm der höchste Ertrag erzielt. Die Mehrerträge gegenüber 60 Körnern/qm waren aber so gering, dass sich nach Berücksichtigung der Saatgutkosten der wirtschaftlich höchste Ertrag bei der mittleren Saatstärke errechnete. Hingegen wurde bei allen Sorten bei einer Saatstärke von 50 Körnern/qm der geringste Ertrag erzielt. Im Mittel der drei Sorten konnte der Abfall in der 50 Körnervariante statistisch abgesichert werden.

Die EZK-Saat konnte weder bei 50 noch bei 60 Körnern/qm mit der Drillsaat im Ertrag mithalten. Eine auf 40 Körner zurück genommene Saatstärke hatte bei allen Sorten den geringsten Ertrag zur Folge und war gegenüber der Saatstärke von 60 Körnern statistisch abzusichern. Bei der höheren Saatstärke von 60 bis 65 Körner/qm sank der Feldaufgang der EZK Saat auf 50 bis 64 % ab, was bei einer Reihenweite von 50 cm auf den geringen Ablageabstand in der Reihe von theoretisch nur 3,5 cm zurückzuführen ist. Durch ein „Verrollen“ der Körner in der Saattrille berührten sich die aufgelaufenen Pflanzen häufig. Diese ungünstige Standraumverteilung der Einzelpflanzen dürfte für den schwächeren Ertrag der EZK gegenüber der Drillsaat mit verantwortlich sein.

Am größten waren die Ertragsnachteile der EZK-Saat mit 17 % Ertragsabfall bei der kurzstrohigen und kaum verzweigenden Sorte Sultana. Als weitere Besonderheit war bei der EZK Saat während des Blattabfalls im August zu beobachten, dass mit dem Lichteinfall auf den Boden, bei dem weiten Reihenabstand von 50 cm, eine massive Spätverunkrau-

tung mit Franzosenkraut aufkam. Speziell die Sorte Sultana war davon betroffen; siehe Abbildung 1, rechter Teil des Bildes. Bei der Drillsaat hingegen war der Bestand bis zur Ernte so gut wie „unkrautfrei“.



Abb. 1: Sorte Sultana links in Drillsaat, rechts in Reihensaart mit 50 cm Reihenweite

## Schlussfolgerung

### Fazit nach diesem Jahr:

1. Die Ertragsunterschiede zwischen 60 bzw. 70 Körner/qm bei Drillsaat waren bei allen drei geprüften Sorten sehr gering. Nach Berücksichtigung der Saatgutkosten hätte eine Saatstärke von 60 Körnern/qm ausgereicht. Eine Saatstärke von 50 Körnern/qm war bei allen Sorten zu gering.
2. Für konventionelle Betriebe, die nicht auf einen weiten Reihenanbau zum Hacken angewiesen sind, bringt die EZK-Saat keine Vorteile. Hier ist sowohl aus Kostengründen und wegen der besseren Standraumverteilung der Einzelpflanzen die Drillsaat vorzuziehen.
3. Um dieses Ergebnis abzusichern, wurde dieser Versuch zur Aussaat 2015 nochmals angelegt. Zusätzlich wird im Rahmen einer Bachelorarbeit festgestellt, wie sich der Ertragsaufbau in den verschiedenen Varianten und Sorten zusammensetzt.



## Interaction between *Pratylenchus* species and soybean in Germany

Ahmed Elhady, Johannes Hallmann und Holger Heuer

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen  
Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik  
E-Mail: [holger.heuer@jki.bund.de](mailto:holger.heuer@jki.bund.de)

### Abstract

Soybean is the economically most important legume in the world. One of the most yield limiting factors are plant-parasitic nematodes, especially in narrow rotations. In Germany recent findings reported that *Pratylenchus* is widely spread in soybean fields and multiplies well in the roots of this crop. However, it is not well studied which species of *Pratylenchus* are mainly affecting soybeans in Germany, and what are their population dynamics and damage threshold levels. Considering the temperate climate conditions, only very early ripening soybean varieties can be grown in Germany. The susceptibility of these soybean varieties to the abundantly occurring *Pratylenchus* nematodes need to be investigated, and whether *Pratylenchus* affects the nitrogen (N) fixation by the symbiotic bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. These issues will be addressed in a recently started research project off which some preliminary results are presented here.

### Introduction and Objectives

Soybean is worldwide one of the most important legumes for food and feed. Besides, soybean is equally important for N fixation as an alternative to synthetic N fertilizers. Biological N fixation is of increasing interest in modern crop rotations, in conventional as well as organic cropping systems. Over the last few years, the soybean production area in Germany has raised from 1,000 hectares in 2003 to more than 10,000 hectares today and is still growing. As many other crops soybean is exposed to numerous abiotic and biotic stresses of which plant-parasitic nematodes play a major role.

Soybeans are mainly grown in warmer climate were plant-parasitic nematodes such as *Heterodera glycines*, *Meloidogyne incognita* or *Pratylenchus brachyurus* cause major damage to the crops. Fortunately, those nematode species do not occur in Germany. However, a recent survey in Germany indicated that other species within the genus *Pratylenchus* might become a threat to soybean production in Germany. *Pratylenchus* species migrate through the root cortex. As a result, the root tissue is destroyed and lesions are formed that become visible as dark brown rotten spots. *Pratylenchus* is expected to be the most destructive nematode threatening soybean but also other crops within soybean rotations such as maize.

*Pratylenchus* might not only cause direct damage to the plant. *Pratylenchus* is also expected to interfere with *Bradyrhizobium japonicum*, the symbiotic N fixing rhizobacterium of soybean. *B. japonicum* is a beneficial microbe that interacts with its hosts via chemical

and molecular dialogue. During this interaction the soybean produces flavonoids which stimulate the rhizobium to form nodules in order to deliver fixed nitrogen to the plant (Badri et al. 2009). If *Pratylenchus* competes in soybean roots with *B. japonicum* for space and plant resources this might lead to reduced N fixation and the overall positive pre-crop effect of soybean within rotations is lost.

In this respect, the objectives of this project are to investigate which species of *Pratylenchus* are predominantly affecting German soybean production, which (very) early varieties of soybean are less susceptible to *Pratylenchus* spp., and whether nitrogen fixation in root nodules of soybean is affected by *Pratylenchus*.

## Materials and Methods

### 1. Which species of *Pratylenchus* are predominantly affecting German soybean production?

The occurrence and density levels of plant-parasitic nematodes in soybean fields were studied before and after soybean cultivation. Growers and research specialists were asked to provide soil samples to the JKI, Münster, for the quantitative analysis of plant-parasitic nematodes. The first results showed that different plant-parasitic nematodes, especially of the genus *Pratylenchus*, were promoted by soybean cultivation, most likely to levels causing economic damage. Within the project up to 20 populations of *Pratylenchus* from different soybean growing regions will be isolated and multiplied on carrot disks. They will be molecularly characterized and identified by sequencing of COI, 18S rRNA, and 1,4-beta endoglucanase genes.

### 2. Which varieties of soybean that are suitable for Germany are less susceptible to *Pratylenchus* spp.?

To answer this question, ten early flowering varieties of soybean are going to be cultivated in a field experiment in Rostock in cooperation with Dr. Christiane Balko (JKI). The varieties will be grown in a randomized block design with four replicates each. The field is naturally infested with *Pratylenchus*, which will be identified on species level. Soil samples will be taken before and after cultivation of the soybean varieties to determine the densities and reproduction rates of *Pratylenchus*. Soybean roots will be sampled for species identification of root invading *Pratylenchus* sp. After that the varieties will be categorized in susceptible, tolerant, and resistant.

### 3. Is nitrogen fixation in soybean affected by *Pratylenchus*?

A major focus of the project is to investigate the interactions of *Pratylenchus penetrans* with *B. japonicum* in soybean. The experiments will show whether and to what extent an infestation of soybean with *P. penetrans* affects nitrogen fixation. In a first experiment soybean inoculated with *B. japonicum* and soybean inoculated with *B. japonicum* and *P. penetrans* were analysed for the amount of fixed nitrogen (allantoin plus alantoic acid concentration), nodule biomass, bacteroid numbers in nodules, and plant growth parameters.

## Preliminary Results and Conclusions

First results identified *P. penetrans*, *P. crenatus*, *P. neglectus* and *P. thornei* in German soybean fields. The multiplication rate of *P. penetrans* on soybean can be as high as 67, as demonstrated in microplots in Münster.

In greenhouse studies, significant effects of *P. penetrans* on the number and biomass of nodules, the number of bacteroids in the nodules, N fixation, and plant growth were observed. Moreover, there was a correlation between the number of penetrated nematodes and the reduction of nodule biomass.

In conclusion, this project will provide valuable information about which *Pratylenchus* species are important for German soybean production, and which soybean varieties best tolerate these nematodes. Also it will provide a better understanding of the *P. penetrans* - *B. japonicum* interaction in soybean plants. Results are expected to open new options for nematode control, and a better understanding of the interaction between soybean plants, nitrogen fixing bacteria and *Pratylenchus* might lead to strategies to improve N fixation under pathogen pressure.

## Literature

Badri DV, Weir TL, van der Lelie D, Vivanco JM (2009): Rhizosphere chemical dialogues: plant-microbe interactions. *Current Opinion in Biotechnology*, 20:642–650.

## **Genomik-basierte Verbesserung des heimischen Sojazuchtmaterials und Etablierung eines molekularen Screeningsystems für Soja-Pathogene**

Volker Hahn<sup>1</sup>, Christiane Balko<sup>2</sup>, Max Haupt<sup>3</sup>, Daniela Hirschburger<sup>4</sup>, Willmar Leiser<sup>1</sup>, Alena Pfeiffer<sup>1</sup>, Karl Schmid<sup>3</sup>, Ralf T. Vögele<sup>4</sup> und Tobias Würschum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt

<sup>2</sup>Julis Kühn Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz

<sup>3</sup>Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik

<sup>4</sup>Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin

E-Mail: [volker.hahn@uni-hohenheim.de](mailto:volker.hahn@uni-hohenheim.de)

### **Projektbeschreibung**

Leguminosen haben in Agrarökosystemen vielfältige positive Auswirkungen und sind ein Schlüsselement für einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit den der Landwirtschaft zur Verfügung stehenden Ressourcen. Die Sojabohne spielt dabei als weltweit wichtigste Ressource eine herausragende Rolle. Allerdings wird sie in Deutschland nur in geringem Umfang angebaut. Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist es daher, die Voraussetzungen zu verbessern, damit der Sojaanbau in Deutschland ausgedehnt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen werden in einzelnen Arbeitspaketen die folgenden Ziele angestrebt: Der Aufbau eines Genomik-basierten Zuchtprogramms, die Verbreiterung der Züchtungspopulationen durch Allelmining genetischer Ressourcen, die Etablierung eines schnellen und sensitiven Testverfahrens auf die Anwesenheit von Pathogenen an Sojabohnen sowie die phänotypische und genetische Erfassung der Reaktion von Sojalinien auf Kühlestress während der Blüte.

#### **Arbeitsplanung:**

Für eine gezieltere züchterische Nutzung umfangreicher genetischer und genomischer Ressourcen, z. B. in amerikanischen und asiatischen Genbanken, sollen diese nach neuen Allelen für Resistenz- und andere Kandidatengene durchsucht werden.

Genomik-Verfahren werden genutzt, um tiefere Einblicke in die Vererbung wichtiger agronomischer Merkmale zu erhalten. Hierfür werden QTL-Analysen durchgeführt und Kalibrationen zur Schätzung des genomischen Zuchtwerts einzelner Linien erstellt.

Die Reaktion auf Kühlestress bei der Blüte wird durch Kältekammerexperimente ermittelt. Mit den Ergebnissen werden QTL-Analysen durchgeführt.

Ein PCR-basiertes Testverfahren soll die Detektion von Sojapathogenen ermöglichen. Das Verfahren wird zunächst an einzelnen relevanten Pathogenen etabliert werden. Anschließend wird untersucht, ob die gleichzeitige Erfassung von bis zu sechs Erregern möglich

ist. Das System zur Erkennung des Pathogenbesatzes an Sojabohnen soll in Zukunft auch Landwirten und Züchterhäusern zur Verfügung stehen, um eine zeitnahe Abschätzung des Pathogendrucks zu erhalten und somit frühzeitig Abwehrmaßnahmen einleiten zu können.

## **Abstract**

Legumes have a range of positive impacts on agro-ecosystems and are a key element for a responsible and sustainable use of agricultural resources. As worldwide most important legume soybeans play a decisive role. However, soybean cultivation in Germany is limited due to unfavorable climatic conditions.

The aim of this project is to improve the prerequisites for an extension of soybean cultivation in Germany. To attain this, the following objectives are pursued in work packages: The development of a genomics based breeding program, the diversification of breeding populations by allele-mining of genetic resources, the establishment of a fast and sensitive assay method to detect the presence of pathogens on soybeans, as well as the phenotypic and genotypic detection of the response of soybean lines to chilling stress during flowering.

## Auftreten und Vermehrungsrate pflanzenparasitärer Nematoden an Soja

Johannes Hallmann, Ahmed Elhady, Holger Heuer

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für  
Epidemiologie und Pathogendiagnostik  
E-Mail: [johannes.hallmann@jki.bund.de](mailto:johannes.hallmann@jki.bund.de)

### Zusammenfassung

Pflanzenparasitäre Nematoden sind typische Fruchtfolgeschaderreger. Weltweit verursachen sie im Sojaanbau hohe Ertragsausfälle. In Deutschland ist Soja eine noch recht junge Kultur und bisher liegen keine Informationen über Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden vor. Dies könnte sich mit zunehmender Anbauintensität ändern. Um entsprechend vorbereitet zu sein, welche pflanzenparasitäre Nematoden als mögliche Schaderreger an Soja in Frage kommen, wurde in 2014 und 2015 eine Erhebung zur Verbreitung pflanzenparasitärer Nematoden auf Sojaflächen durchgeführt und deren Vermehrungsrate erfasst. Arten der Gattungen *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus* und *Tylenchorhynchus* konnten sich an Soja vermehren, wohingegen *Meloidogyne* reduziert wurde. Für *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus* lagen die Vermehrungsraten  $> 10$ . Ein Hauptschaderreger an Soja ist vermutlich *Pratylenchus penetrans*. Untersuchungen an der Sojasorte Merlin in Mikroplots am Julius Kühn-Institut ergaben für diesen Nematoden eine Vermehrungsrate von 66,7 und bestätigten damit die sehr gute Wirtseignung von Soja für diesen Nematoden. Da *P. penetrans* ein bedeutender Schaderreger unter anderem an Kartoffel, Mais und Gemüse ist, sollte im Rahmen der Fruchtfolgegestaltung der Aufbau schädigender Nematodendichten unbedingt verhindert werden.

### Abstract

Plant-parasitic nematodes are typical replant diseases. In soybean production they cause severe yield losses worldwide. As soybean is still a young crop in Germany no yield losses due to nematode infestation have yet been reported. However, this could change in the near future if intensity of soybean production is increasing. To be prepared a survey was conducted in 2014 and 2015 to identify the nematode spectrum associated with soybean production and to describe the reproduction rate of selected nematode taxa on soybean. Although data are still considered preliminary according to small data sets, first results indicated that nematodes of the genera *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus* and *Tylenchorhynchus* well multiplied on soybean, whereas *Meloidogyne* did not. Reproduction rates of *Pratylenchus* and *Tylenchorhynchus* were above 10 thus demonstrating the potential to build up high densities. One of the main pests seems to be the lesion nematode *Pratylenchus penetrans* while this species was studied in more detail in microplots at the Julius Kühn-Institut. On soybean cv. Merlin the reproduction rate of *P. penetrans* reached 66.7 confirming the excellent host status of soybean for this nematode species. As *P.*

*penetans* can be very damaging on crops like potato, vegetables and maize, farmers are especially asked to avoid any build-up of this species by rotation measures.

## Einleitung und Zielsetzung

Soja ist eine für Deutschland noch recht junge Kulturpflanze. In den meisten Regionen ist eine dreijährige Anbaupause üblich, unter anderem, um Fruchtfolgekrankheiten wie z. B. Sklerotinia oder Rhizoctonia vorzubeugen. Über den Aufbau und die Schadwirkung anderer Fruchtfolgeschaderegner, wie z. B. pflanzenparasitäre Nematoden, ist diesbezüglich noch recht wenig bekannt. Weltweit gesehen zählen pflanzenparasitäre Nematoden zu den bedeutendsten Schaderregern an Soja. Hierzu tragen sowohl die engen Soja-Rotationen bei, als auch die für pflanzenparasitäre Nematoden klimatisch günstigen Bedingungen in den Hauptanbaugebieten von Soja. Die weltweit bedeutendsten pflanzenparasitären Nematoden an Soja, wie z. B. *Heterodera glycines*, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus* und *Rotylenchulus reniformis*, kommen in Deutschland nicht vor. Doch gibt es vielleicht andere Nematodenarten, die dem Sojaanbau in Deutschland gefährlich werden könnten? Wie ist die Fruchtfolgewirkung von Soja auf andere Kulturpflanzen aus nematologischer Sicht zu beurteilen? Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Spektrum und die Populationsdynamik pflanzenparasitärer Nematoden auf Sojaflächen zu beschreiben und Arten zu identifizieren, die künftig als mögliche Schaderreger an Soja Bedeutung erlangen könnten.

## Material und Methoden

### Auftreten pflanzenparasitärer Nematoden im Sojaanbau

In 2014 und 2015 wurden Erhebungen zum Auftreten pflanzenparasitärer Nematoden auf Sojaflächen in Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz durchgeführt. Untersucht wurden in 2014 zwei und in 2015 zehn Praxisflächen sowie in beiden Jahren jeweils drei Landessortenversuche. In 2014 wurden ausschließlich Proben der Sorten Merlin, Primus und Sultana untersucht, in 2015 zusätzlich die Sorten Eliot und Amandine. Unmittelbar vor der Aussaat (Ausgangsbesatz) sowie kurz nach der Ernte (Endbesatz) wurden Bodenproben gezogen und auf pflanzenparasitäre Nematoden untersucht. Pro Probe wurden 20 Einstiche aus den oberen 25 cm Boden entnommen. Nach Mischen des Bodens vor Ort wurde ca. 1 Liter Boden in eine Plastiktüte gegeben und an das JKI in Münster geschickt. Bis zur Auswertung wurden die Proben bei 6 °C gelagert. Zur Auswertung wurden die Proben gemischt. Es wurden 250 ml Boden entnommen und mithilfe der MgSO<sub>4</sub>-Zentrifugationsmethode die Nematoden extrahiert. Unter dem Mikroskop wurde die Anzahl pflanzenparasitärer Nematoden nach Gattungen getrennt erfasst. Pro Standort wurde eine Mischprobe erstellt und die darin auftretenden Nematodenarten bestimmt.

### Vermehrung von *Pratylenchus penetrans* an Soja

In 2014 und 2015 wurde die Vermehrung von *Pratylenchus penetrans* an Soja in Mikroplots unter Freilandbedingungen untersucht. Die insgesamt 20 Mikroplots hatten eine Fläche von jeweils 1 x 1 m und 90 cm Tiefe. Jeweils zwei Plots lagen unmittelbar aneinander (Abbildung 1). In 2014 wurde in allen Plots die Sojasorte Merlin mit 70 Körner/m<sup>2</sup> bzw. 100 kg/ha gesät. Der Reihenabstand betrug 30 cm. Die Aussaat erfolgte am 21.05.2014, die Ernte am 20.10.2014. Die Bodenproben zur Erfassung des Nematodenbesatzes wurden

am 20.05.2014 (Ausgangsbesatz) und am 20.10.2014 (Endbesatz) genommen. In 2015 wurde ein Sortenvergleich mit den Sorten Merlin, Primus und Sultana durchgeführt. Aussaatstärke und Reihenabstand waren wie in 2014. Die Aussaat erfolgte am 11.05.2015. Bodenproben zur Erfassung des Ausgangsbesatzes wurden am 09.03.2015 gezogen. Die drei Sojasorten wurden so auf die Mikroplots verteilt, dass jede Sorte sowohl bei niedrigen als auch hohen Besatzdichten angebaut wurde. Merlin und Sultana standen auf sieben Mikroplots, Primus auf sechs Mikroplots. Nach Abreife wurde der oberirdische Aufwuchs entfernt und der Endbesatz erfasst. Für die nematologischen Untersuchungen wurden pro Mikroplot 30 Einstiche aus den oberen 25 cm Boden entnommen. Die gesamte Bodenprobe wurde auf 1 cm gesiebt und gründlich gemischt. Pro Probe wurden 250 ml Boden entnommen und mithilfe der  $MgSO_4$ -Zentrifugationsmethode die Nematoden extrahiert. Nachfolgend wurde die Besatzdichte aller pflanzenparasitären Nematoden getrennt nach Gattungen mikroskopisch erfasst. Abschließend erfolgte die Artbestimmung basierend auf morphologischen Merkmalen.



Abb. 1: Erfassung der Vermehrungsrate von *Pratylenchus penetrans* an Soja cv. Merlin in Mikroplots am Julius Kühn-Institut in Münster im Jahr 2014

## Ergebnisse und Diskussion

### Auftreten pflanzenparasitärer Nematoden im Sojaanbau

Im Jahr 2014 konnten im Rahmen der Erhebung folgende Gattungen pflanzenparasitärer Nematoden identifiziert werden, die sich an Soja vermehrten: *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus* und *Tylenchorhynchus* (Tabelle 1 und 2). Die maximale Nematodendichte pro 100 ml Boden nach der Sojaernte betrug 744 Tiere (*Pratylenchus*), 816 Tiere (*Paratylenchus*), 584 Tiere (*Helicotylenchus*) und 227 Tiere (*Tylenchorhynchus*). Die maximalen Vermehrungsraten für *Pratylenchus* betragen 10,4 (Be-



trieb C), für *Paratylenchus* 1,8 (Betrieb C), für *Helicotylenchus* 2,6 (Betrieb C) und für *Tylenchorhynchus* 10,5 (Betrieb D). Auffällig war der Rückgang von *Meloidogyne* auf den Flächen der Betriebe C und D. Die Ergebnisse für 2015 lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

Tab. 1: Ausgangs- (Pi) und Endbesatz (Pf) pflanzenparasitärer Nematoden auf vier Praxisbetrieben bei Anbau der Sojasorte Merlin in 2014

Gattung	Soja cv. Merlin							
	Betrieb A		Betrieb B		Betrieb C		Betrieb D	
	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf
<i>Helicotylenchus</i>	250	469	124	66	224	584	0	13
<i>Meloidogyne</i>	0	0	6	0	0	0	196	2
<i>Paratylenchus</i>	0	21	0	2	432	768	208	225
<i>Pratylenchus</i>	64	183	59	85	64	664	120	140
<i>Tylenchorhynchus</i>	0	5	0	0	24	88	30	170

Tab. 2: Ausgangs- (Pi) und Endbesatz (Pf) pflanzenparasitärer Nematoden auf vier Praxisbetrieben bei Anbau der Sojasorten Sultana und Primus in 2014

Gattung	Soja cv. Sultana				Soja cv. Primus			
	Betrieb C		Betrieb D		Betrieb C		Betrieb D	
	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf
<i>Helicotylenchus</i>	0	8	304	528	216	516	6	5
<i>Meloidogyne</i>	160	0	0	0	0	0	294	0
<i>Paratylenchus</i>	224	317	408	528	552	816	228	286
<i>Pratylenchus</i>	92	266	112	468	80	744	104	458
<i>Tylenchorhynchus</i>	30	218	8	84	24	60	64	227

### Vermehrung von *Pratylenchus penetrans* an Soja

Im Jahr 2014 betrug der durchschnittliche Ausgangsbesatz von *P. penetrans* in den Mikroplots 60,2 Tiere/100 ml Boden (Abbildung 2). In den einzelnen Mikroplots schwankten die Werte zwischen 0 und 152 Tieren/100 ml Boden. Der Endbesatz nach Anbau von Soja cv. Merlin betrug durchschnittlich 2442 Tiere/100 ml Boden und variierte zwischen 400 und 5940 Tieren/100 ml Boden (Abbildung 2). Insgesamt ergab sich eine durchschnittliche Vermehrungsrate (= Endbesatz/Ausgangsbesatz) von 66,7 mit Einzelwerten pro Mikroplot zwischen 6,2 bis 297. Zwischen der Sojaernte 2014 und der Sojaaussaat 2015 lagen die Mikroplots brach. In diesem Zeitraum ging die Besatzdichte von *P. penetrans* natürlicherweise zurück auf durchschnittlich 427 Tiere/100 ml Boden am 09.03.2015. Die Minimal- und Maximalwerte pro Mikroplot betragen 38 bzw. 1836 Tiere/100 ml Boden. Die Ergebnisse des Endbesatzes und der Vermehrungsrate lagen für die drei angebauten Sojasorten zu Redaktionsschluss noch nicht vor.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Soja eine sehr gute Wirtspflanze für *P. penetrans* ist. Somit bestätigen die eigenen Untersuchungen die Arbeiten von Schmitt und Barker (1981), die in Mikroplotversuchen mit Soja Vermehrungsraten zwischen 9,2 (Ausgangsbesatz: 134 Tieren/100 g Boden) und 1,6 (Ausgangsbesatz: 490 Tiere/100 g Boden) beobachteten. Schmitt und Barker (1981) stellten zudem fest, dass ab 100 Tieren/100 g Boden mit weiter zunehmendem Nematodenbesatz ein deutlicher Ertragsrückgang einhergeht. Entscheidend für die Vermehrung von *P. penetrans* sind Bodentemperaturen über 15 °C. Die optimale Temperatur für die Entwicklung von *P. penetrans* liegt nach Acosta und Malek (1979) zwischen 15 °C und 25 °C. Bei Temperaturen unter 15 °C bzw. über 30 °C nimmt die Vermehrung der Nematoden dagegen rapide ab. Insgesamt ist davon auszugehen, dass auch unter unseren Klimabedingungen bei erhöhten Besatzdichten von *P. penetrans* mit Ertragseinbußen zu rechnen ist. Ob es eine wirtschaftliche Schadschwelle gibt und wie hoch diese liegt, gilt es aber noch im Detail zu untersuchen.

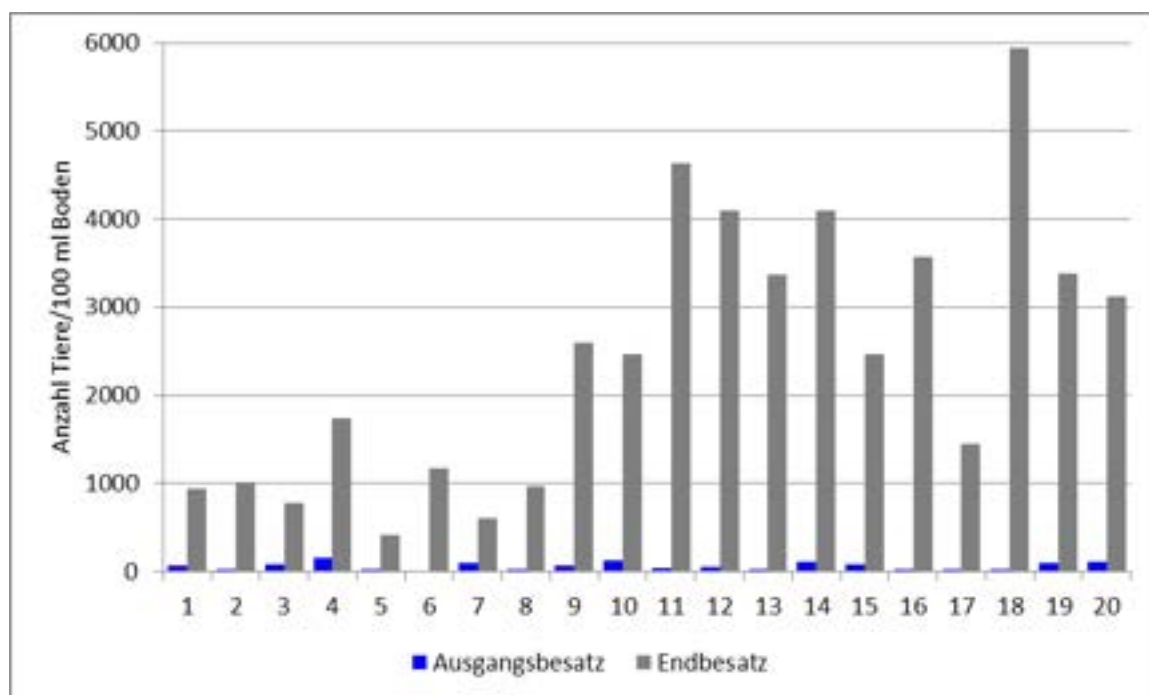


Abb. 2: Populationsentwicklung von *Pratylenchus penetrans* unter Soja cv. Merlin in 20 Mikroplots am Julius Kühn-Institut in Münster im Jahr 2014

In den Mikroplots traten neben *P. penetrans* als weitere pflanzenparasitäre Nematoden *Paratylenchus projectus* und *Rotylenchus uniformis* auf. Beide Arten konnten sich an Soja vermehren. In 2014 lag die Vermehrungsrate von *P. projectus* bei 2,8 und von *R. uniformis* bei 7,4. Maximale Besatzdichten betragen 804 Tiere/100 ml Boden für *P. projectus* und 1188 Tiere/100 ml Boden für *R. uniformis*. Als Ektoparasit saugt *P. projectus* ausschließlich von außen an den Epidermiszellen der Wurzel, wohingegen *R. uniformis* als Semi-Endoparasit zur Nahrungsaufnahme mit dem Kopf in die Wurzelrinde vordringt. Insgesamt ist die Schadwirkung beider Arten aber deutlich geringer einzustufen als bei *P. penetrans*, der intrazellulär durch die Wurzelrinde wandert und nekrotisches Wurzelgewebe (Wurzelläsionen) zurücklässt.

## Schlussfolgerung

Für die meisten der hier aufgeführten Gattungen liegen die Nematodendichten deutlich über den für andere Kulturen angegebenen Schadschwellen. Ob auch an Soja in Deutschland Ertragseinbußen durch pflanzenparasitäre Nematoden auftreten, ist bisher nicht bekannt. Aufgrund des guten Wirtsstatus von Soja für *P. penetrans* sowie für einige weitere pflanzenparasitäre Nematoden ist dies grundsätzlich aber zu erwarten. Praktiker sind angehalten, auf entsprechende Symptome zu achten. Erste Hinweise auf einen möglichen Schaden durch pflanzenparasitäre Nematoden könnten sein, dass die Kultur nicht mehr auf Düngergaben reagiert, der Aufwuchs ungleichmäßig wirkt bzw. nesterartiger Minderwuchs auftritt. Werden solche Symptome wahrgenommen, liegt der Ertragsausfall meist schon über 10 %. Im Rahmen der Fruchtfolgegestaltung ist darauf zu achten, dass vor Soja keine stark vermehrenden Kulturen stehen. Mais als gute Wirtspflanze für *P. penetrans* ist diesbezüglich als eher ungünstig einzustufen und könnte z. B. durch Getreide ersetzt werden.

## Dank

Ein besonderer Dank gilt all den Personen, die diese Erhebung mit dem Einsenden von Bodenproben unterstützt haben: Ludwig Asam (Asamhof Kissing), Dr. Bernd Augustin (DLR R-N-H), Kristina Bachteler (Life Food GmbH), Christian Kreikenbohm (LWK Niedersachsen), Alexander Kögel (LVÖ Bayern e.V.), Moritz Reckling (ZALF e.V.), Janina Schmidt (LTZ Augustenberg), Matthias Stadlhuber (Stadlhuber Agrarservice).

## Literaturverzeichnis

Acosta, N, Malek, RB (1979): Influence of temperature on population development of eight species of *Pratylenchus* on soybean. *Journal of Nematology* 11, 229-232.

Schmitt, DP, Barker, KR (1981): Damage and reproductive potentials of *Pratylenchus brachyurus* and *P. penetrans* on soybean. *Journal of Nematology* 13, 327-332.

## **Biologischer Sojabohnenanbau auf unterschiedlichen Standorten in Oberösterreich 2010 - 2014 (Ergebnisse aus den Versuchen des Bionet-Projektes)**

Waltraud Hein und Hermann Waschl

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Abteilung Ackerbau  
E-Mail: [waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at](mailto:waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at)

### **Zusammenfassung**

Die biologisch bewirtschaftete Sojafläche in Österreich ist in den letzten Jahren stark und kontinuierlich gestiegen. Dank früher Sorten, die auch für etwas rauere Gebiete geeignet sind, haben die Sojabohnen in allen ackerbaulichen Teilen Oberösterreichs mit wenigen Ausnahmen Verbreitung gefunden. Grundsätzlich kann die Sojabohne auch im Praxisanbau zwischen 2000 und 4000 kg/ha Korn liefern und das bei Rohproteingehalten zwischen 38 % und 48 %. Verwendung findet die Sojabohne sowohl für die menschliche Ernährung als auch für die Tierfütterung, wobei in Österreich ein Mangel an biologisch produziertem Eiweiß besteht. Im Rahmen des Bionet-Projektes werden verschiedene Sojasorten auf unterschiedlichen Standorten auf Praxisbetrieben angebaut und auf ihre Eignung geprüft. Dasselbe erfolgt an der Außenstelle Lambach Stadl-Paura in Form von Exakt-Parzellenversuchen. Im Folgenden wird über diese Ergebnisse berichtet.

### **Abstract**

The ecological cultivated area with soya-beans in Austria has increased heavily during the last years. Because of early varieties soya-beans can be cultivated even in rougher regions, therefore they are spread over the arable land of Upper Austria with only a few exceptions. Generally soya-beans can yield between 2000 and 4000 kg/ha even in farming cultivation and additionally the row protein-content is between 38 and 48 %. Soya-beans are used for human nutrition and animal feeding; in Austria we have a lack of ecological produced protein. In the context of the “Bionet-project” different soya-bean-varieties are grown on different farms where the beans are tested if they are suitable for the region. The same happens at the branch in Lambach Stadl-Paura in exact plots. These results are presented here.

### **Einleitung und Zielsetzung**

Der biologische Anbau von Sojabohnen hat gerade in Österreich in den letzten Jahren einen großen Zuwachs erfahren; die Anbaufläche stieg auf mittlerweile 7.706 ha in biologischer Bewirtschaftung – das sind 18,3 % der gesamten Sojafläche in Österreich (BMLFUW, 2014). Möglich gemacht wurde diese Steigerung einerseits durch Züchtungsarbeit auf dem Sektor der frühreifen Sojabohnensorten als auch durch einen hohen Bedarf

sowohl für die menschliche Ernährung als auch für Tierfutter. War ursprünglich die Sojabohne an beste klimatische Bedingungen gebunden, findet man heute oft in Gebieten mit etwas rauherem Klima Sojafelder, wie im Inn- oder Hausruckviertel oder auch im unteren Mühlviertel Oberösterreichs. Im Rahmen des österreichweiten Bionet-Projektes wurden ab dem Jahr 2010 Sojaversuche auf Praxisbetrieben angelegt, welche von der Abteilung Ackerbau der HBLFA Raumberg-Gumpenstein aus betreut werden. Zusätzlich wurden auch an der Außenstelle Lambach Stadl-Paura Exaktversuche mit Sojabohnen durchgeführt; bei den Praxisversuchen werden unterschiedliche Sorten in Streifen praxisüblich angebaut. Über deren Ergebnisse wird im Folgenden berichtet.

## **Material und Methoden**

Die Sojaversuche umfassten in Lambach Stadl-Paura jährlich einen Exaktversuch sowie Streifenversuche auf Praxisbetrieben in den unterschiedlichen Ackerbaugebieten Oberösterreichs. Das Saatgut wurde den Landwirten über das Bionet-Projekt zur Verfügung gestellt, die Bedingung für jeden teilnehmenden Landwirt war die bestmögliche Durchführung des Versuches, verbunden mit einer sorgfältigen Dokumentation aller Daten zur Pflanzenentwicklung, ebenso aller pflanzenbaulichen Maßnahmen. Alle Erhebungen am Feld wie Zählen des Pflanzenbestandes, Messungen der Wuchshöhe sowie Erfassung des Hülsenansatzes erfolgten durch die Abteilungsleitung. Die Ernte wurde mit einem praxisüblichen Mähdrescher durchgeführt, wobei die einzelnen Sorten in Big-Bags abgefüllt und anschließend mit einer Kranwaage gewogen wurden. Die Probenahme diente zur Bestimmung von Inhaltsstoffen, die Proben wurden im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein analysiert.

Die Versuchsstandorte auf Praxisbetrieben waren: Kirchberg-Thening (Bezirk Linz-Land), Niederneukirchen (Bezirk Linz-Land), Neukirchen/Enknach (Bezirk Braunau) und Mauthausen (Bezirk Perg), von denen einige Betriebe jährlich einen Versuch durchführen, weil der jeweilige Betriebsführer die dadurch gewonnenen Informationen für sehr wichtig erachtet.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Ergebnisse aus den mittlerweile 5 Jahren, in denen die Versuche durchgeführt wurden, zeigen, dass bei optimalen Voraussetzungen von der Schlagauswahl, den Bearbeitungsmaßnahmen bis zu den Witterungsbedingungen durchaus gute Kornerträge zu erwarten sein können. Allerdings gibt es auch Jahre, in denen vor allem die mechanische Unkrautbekämpfung durch anhaltenden Regen erschwert oder verhindert wird, das macht sich meist in deutlich geringeren Kornerträgen bemerkbar. Abbildung 1 bringt eine Übersicht über die mittleren Kornerträge und Rohproteingehalte vom Standort Lambach aus den Jahren 2010 - 2014.

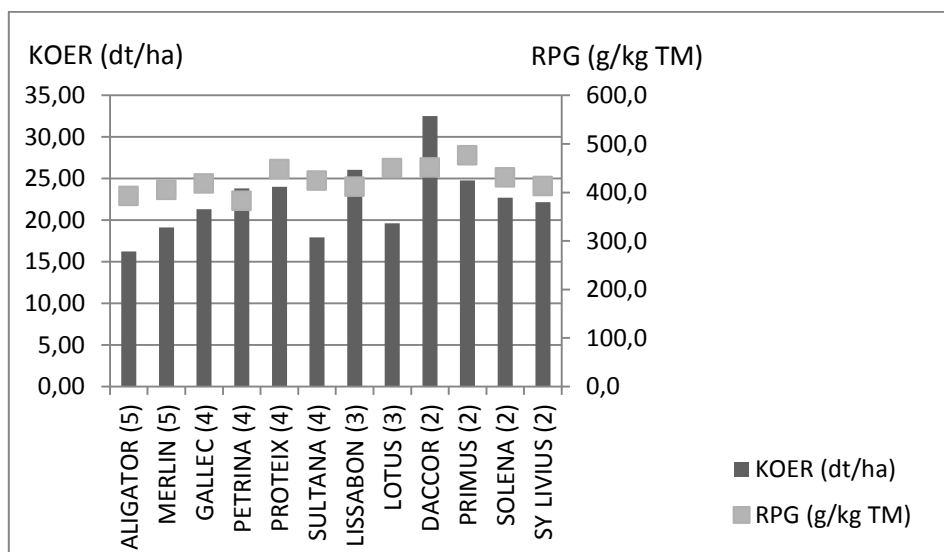


Abb. 1: Kornerträge (KOER) und Rohproteingehalte (RPG) unterschiedlicher Sojabohnensorten vom Standort Lambach aus den Jahren 2010-2014

Wie aus der Abbildung 1 hervorgeht, standen die einzelnen Sorten unterschiedlich lang in den Versuchen; Sorten, die weniger als 2 Jahre im Versuch standen, wurden weggelassen. Die Kornerträge – jeweils umgerechnet auf 86 % Trockenmassegehalt – schwanken zwischen 16 und 32 dt/ha. Natürlich sind Einzelergebnisse oft wesentlich höher, und Sorten aus der 00-Reifegruppe können Kornerträge weit über 40 dt/ha bringen.

Was den Rohproteingehalt betrifft, liegen die Werte zwischen 382 und 476 g/kg TM. Der höchste Rohproteingehalt wurde bei der Sorte Primus festgestellt, der geringste bei der Sorte Petrina.

Die Kornerträge und Rohproteingehalte der Praxisversuche gehen aus Abbildung 2 hervor.

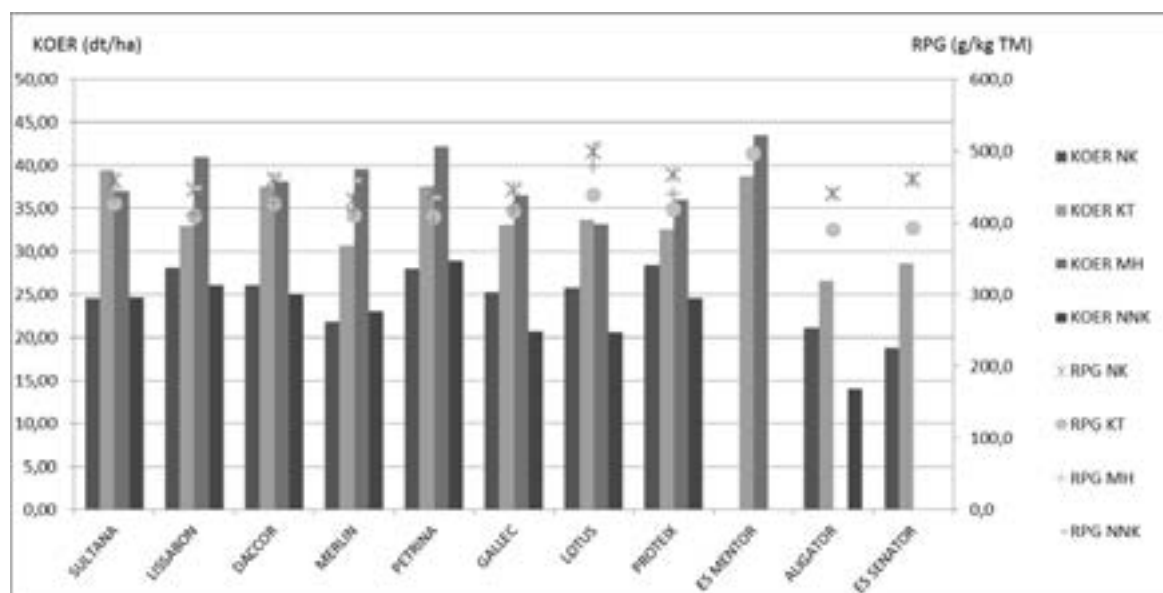


Abb. 2: Kornerträge (KOER) und Rohproteingehalte (RPG) unterschiedlicher Sojabohnensorten von Praxisversuchen aus den Jahren 2010-2014

Vergleichbare Versuche – wie Sojaversuche aus anderen Bundesländern aus dem Bionet-Projekt zeigen stark standortabhängige Kornerträge (Hein, et al., 2015). Natürlich spielt auch die Reifegruppe bei der Höhe der Erträge eine große Rolle, weil Sorten aus dem 00-Sortiment ein deutlich höheres Ertragspotenzial haben. Die von der AGES durchgeführten Sortenversuche bei Sojabohnen zeigen ein Standardmittel von 35,7 dt/ha bei den frühen Sorten und eines von 42,1 dt/ha über einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren. Die durchschnittlichen Rohproteingehalte weist die AGES mit 41,9 % bei beiden Reifergruppen aus (AGES, 2015). Sofern die Unkrautbekämpfung nicht rechtzeitig oder ausreichend durchgeführt werden kann, gehen die Kornerträge sofort zurück, weil gerade in den klimatisch nicht so günstigen Lagen das Unkraut auch bei kühler, feuchter Witterung gegenüber der eher wärmebedürftigen Sojabohne bessere Wachstumsbedingungen vorfindet (Recknagel, 2012).

## Schlussfolgerung

Aus den bisher gewonnenen Ergebnissen geht hervor, dass Sojabohnen in Oberösterreich auch in Gebieten, die nicht den besten Lagen zuzuordnen sind, mittlere bis gute Kornerträge liefern. Wichtig ist, schon die Feldauswahl optimal zu treffen sowie alle erforderlichen Pflegemaßnahmen während der Vegetationsperiode rechtzeitig durchzuführen, am wichtigsten ist die Unkrautbekämpfung. Ein ganz wichtiger Punkt im biologischen Sojabohnenanbau ist die richtige Sortenwahl für den jeweiligen Standort. Für den Großteil der oberösterreichischen Ackerflächen sind Sorten aus dem 000-Sortiment zu empfehlen, frühe 00-Sorten sind nur für die besten Lagen wie den Zentralraum und das Machland geeignet.

## Literaturverzeichnis

AGES (Hrsg., 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/10, 21/11, 21/12, 21/13, 21/14, 21/15, Wien.

BMLFUW (2014): Grüner Bericht 2014, Tabellen 2.1.1., 2.1.3., 2.4.4., 2.4.7. Unter: [http://www.bmlfuw.gv.at/publikationen/land/gruener\\_bericht/gruener\\_bericht\\_2014.html](http://www.bmlfuw.gv.at/publikationen/land/gruener_bericht/gruener_bericht_2014.html)

Hein, W, Waschl, H (2014): Ertrag und Qualität diverser Sojabohnensorten auf verschiedenen Standorten in Oberösterreich 2010-2013 (Ergebnisse aus den Versuchen des Bionet-Projektes). Tagungsband zum Öko-Landbau-Tag 2014 in Triesdorf, Schriftenreihe ISSN 1611-4158, 128-131.

Hein, W, Fischl, M, Traudtner, F, Gadermaier, F, Petrasek, R, Weissshaidinger, R, Kranzler, A, Surböck, A, Kober, W (2015): Biofrühjahrsanbau 2015. Informationen zu Sorten, Saatgut und Kulturführung. Hrsg. LFI Österreich, Wien, 40 pp.

Recknagel, J. (2012): Biologischer Anbau von Sojabohnen in Deutschland unter feuchten Bedingungen. Tagungsband zur Fachtagung „Biologischer Anbau von Körnerleguminosen als besondere Herausforderung im humiden Klimagebiet“, St. Florian, ISSN 1818-7722, 39-40.

## Optimierung dezentraler Sojaaufbereitungsverfahren mittels Online-Prozesssteuerung über Nahinfrarot-Spektroskopie (SojaNIRS)

Dominik Hoffmann<sup>1</sup>, Konstanze Kraft<sup>1</sup>, Daniel Brugger<sup>2</sup>, Wilhelm Windisch<sup>2</sup>, Stefan Thurner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,

<sup>2</sup>Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung

E-Mail: [dominik.hoffmann@lfl.bayern.de](mailto:dominik.hoffmann@lfl.bayern.de)

### Einleitung und Zielsetzung

Der Einsatz heimisch erzeugter Eiweißfuttermittel gewinnt mit der Zunahme an Regionalmarken immer mehr an Bedeutung und ist im ökologischen Landbau ab 2018 wegen des Wegfalls der Ausnahmeregelung zum Einsatz von konventionell erzeugten Eiweißfuttermitteln essentiell. Die Sojabohne stellt bei der Fütterung von Monogastriden bezüglich ihrer Aminosäurezusammensetzung eine sehr vorteilhafte und daher fast nicht zu ersetzende Eiweißkomponente dar. Rohe Sojabohnen enthalten hitzelabile, antinutritive Inhaltsstoffe (Trypsininhibitoren und Lektine), die vor einer Verfütterung der Sojaprodukte durch eine entsprechende Hitzebehandlung deaktiviert werden müssen (KRAFT et al., 2013). AHMED (2001) und NOPA (2003) zeigten, dass die Intensität der Hitzebehandlung einen signifikanten Einfluss auf die Verdaulichkeit und somit auf die Qualität als Futtermittel hat. In der Regel wird die Sojabohne zu Sojaextraktionsschrot mittels Hexanextraktion weiterverarbeitet, wobei diese Antinutritiva während dieses Prozesses abgebaut werden. In dezentralen Aufbereitungsanlagen bzw. im ökologischen Landbau ist die Anwendung dieses Verfahrens nicht möglich. Ansätze ziehen jedoch die Verwendung vollfetter oder teilentölter Sojabohnen für die Fütterung in Betracht.

Untersuchungen von LINDERMAYER et al. (2010) und KRAFT et al. (2013) zeigten diese Ansätze anhand von Fütterungsversuchen auf.

Ein ideales Aufbereitungskonzept für Sojaprodukte setzt voraus, dass Aufbereitungsverfahren und -intensitäten je nach Ausgangsmaterial optimiert werden können. Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) wird seit vielen Jahren unter Laborbedingungen genutzt, um die Inhaltsstoffe von Futtermitteln zu bestimmen. Die Verknüpfung beider Technologien in eine Online-Prozesssteuerung könnte eine effiziente Aufbereitung des Sojas gewährleisten.

Daher sind die Ziele des Projekts einerseits den Einfluss der Aufbereitungsintensität von teilentönten Sojabohnen auf die Qualität des Proteinfuttermittels zu eruieren und andererseits eine NIRS-Kalibration für teilentölte Sojabohnenprodukte zu erstellen. Das letzte Projektziel ist die Integration des NIRS-Systems in eine dezentrale Aufbereitungsanlage zur Online-Prozesssteuerung.



## Material und Methoden

### *Technische Umsetzung*

Zu Projektbeginn stehen die beiden Bereiche „Technische Umsetzung der Sojaaufbereitung“ und „Verwertung der Sojaprodukte im Tier“ im Vordergrund. Zur Durchführung des Projektes wurden zwei homogene Chargen Sojabohnen der Sorten Sultana (konventionell angebaute Sorte) und Merlin (ökologisch angebaute Sorte) ausgewählt. Diese wurden thermisch, druck-thermisch, hydro-thermisch und alternativ durch Keimung aufbereitet.

Die Aufbereitungsvarianten decken eine sehr weite Bandbreite hinsichtlich chemisch-analytischer Kenngrößen ab. Hauptkenngrößen stellen dabei Trypsininhibitoraktivität, Produkte der Maillard-Reaktion ( $\epsilon$ -Fructose Lysin / freies Lysin) und die Löslichkeit in Kalilauge (KOH), sowie in Wasser (PDI) dar.

### *Verwertung durch das Tier*

Die aufbereiteten Sojabohnen werden in Fütterungsversuchen hinsichtlich ihrer Eignung als Futtermittel bewertet. Dazu wird die Aminosäurenverdaulichkeit beim Mastbroiler und der Legehenne bestimmt. Weiterhin werden Wachstumsversuche mit Mastbroilern sowie Legeleistungsversuche mit Legehennen durchgeführt. Auch bei der Junghennenaufzucht werden die verschiedenen Futterrationen getestet.

### *Verknüpfung der technischen Aufbereitung und der Verwertung durch das Tier in einer NIRS - Kalibration*

Anhand der gesammelten Daten, die nicht nur umfassende NIR- Spektren und chemische Analysen, sondern auch die Verdaulichkeit als Futtermittel und die Akzeptanz durch die Tiere enthalten, soll eine NIR-Kalibration erstellt werden. Diese soll für verschiedene Inhaltsstoffe sowohl für Rohware als auch für aufbereitete Ware erarbeitet werden. Dazu wird von den Sojaprobe vor der Analyse im Labor sofort nach der Entnahme aus dem Verfahren jeweils ein NIR-Spektrum aufgezeichnet. Somit werden die unterschiedlichen Korngrößen und Produktzustände (z. B. Temperatur) im Aufbereitungsprozess bei der Kalibration berücksichtigt. Diese NIR-Spektren in Kombination mit der chemischen Analyse der Inhaltsstoffe ergeben mittels statistischer Auswertung ein NIRS-Schätzmodell (z. B. STOCKL, 2013). Nach erfolgter Kalibration soll der Sensor in eine dezentrale Aufbereitungsanlage eingebaut werden. Über die Online – Prozesssteuerung sollen die Aufbereitungsprozesse schließlich in der Anlage überwacht und gesteuert werden.

## Ergebnisse

Die Sojaaufbereitung mittels der verschiedenen Verfahren ergab bei beiden Sorten eine gute Abstufung des Trypsininhibitorgehalts. Es konnten sowohl unterbehandelte, als auch optimal behandelte und überbehandelte bis stark überbehandelte Chargen gewonnen werden. Für alle Prozessschritte konnten NIRS-Spektren erstellt werden. Derzeit werden die ersten Verdaulichkeitsversuche am Mastbroiler durchgeführt. Erste Kalibrationen werden nach Vorliegen der Laborergebnisse erstellt. Erste Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen werden Anfang 2016 erwartet.

## Literaturverzeichnis

Ahmed, N (2001): Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung unterschiedlich behandelter Sojabohnen in der Broilernerährung. Dissertation, Universität Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften, Cuvillier Verlag, Göttingen; 127 Seiten.

National Oilseed Processor Association NOPA (2003): Value for meal; URL: [www.asaimsea.com/index.php](http://www.asaimsea.com/index.php); Aufgerufen: 04.11.2014.

Kraft, K., Wilftafsky, M., Asam, L., Wilbos, K.-P., Rodehutschord, M. (2013): Einfluss der Behandlungsintensität von Sojabohnen auf Wachstum, Schlachtkörperzusammensetzung und Pankreasmasse von Broilern. In: Tagungsbeitrag zur 12. Tagung für Schweine und Geflügelernährung, Halle, Seiten S.201-203.

Lindermayer, H., Probstmeier, G. und W. Preißinger (2010): Versuchsbericht S.18 - Ferkelfütterung mit heimischen Sojaprodukten;

URL: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/26062\\_bericht\\_3.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/26062_bericht_3.pdf); Aufgerufen: 04.11.2014.

Stockl, A. (2013): Entwicklung und Erprobung eines Online-Messsystems für Biogasanlagen auf Basis der Nah-Infrarot-Reflexionsspektroskopie (NIRS), Dissertation, Universität Hohenheim, Fakultät für Agrarwissenschaften, URN: urn:nbn:de:bsz:100-opus-9445, URL: <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2014/944/>, 89 Seiten.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Analysis of species spectrum of *Diaporthe/Phomopsis* complex in soybean seeds

Behnoush, Hosseini, Abbas El-Hasan and Ralf Thomas Voegelé

Universität Hohenheim,  
Institut für Phytomedizin, Fachgebiet Phytopathologie  
E-Mail: [behnoush.hosseini@uni-hohenheim.de](mailto:behnoush.hosseini@uni-hohenheim.de)

*Diaporthe/Phomopsis* complex (DPC) is associated with a number of soybean diseases including seed decay, pod and stem blight and stem canker and lead to considerable deleterious effects that can cause significant yield losses and reduce seed quality in most soybean growing countries. The disease is caused by several members belonging to *Diaporthe* and *Phomopsis* genera. However, most of the characteristics thought to distinguish the two pathogens have been frequently found to overlap. Despite the fact that DPC has been studied since a decades, species differential studies on this pathogen complex are rather limited. Thus, attempts have been made in the presented study to find out the most losses-relevant species of the DPC on European soybean particularly in southern Germany and Austria, and whether there are dominant species on the commercial soybean cultivars in these regions. DPC-damaged soybean seeds obtained from different regions in southern Germany and Austria were analyzed for the presence of the different species of DPC. Briefly, twenty-one surface sterilized seeds obtained from each 45 seed lots ( $21 \times 45 = 945$  seeds) were placed on acidified potato dextrose agar (APDA) and incubated for 30 days at  $25 \pm 2$  °C until the pycnidia were formed. Then the infection percentages and the presence/ absence of alpha and beta conidia were determined. The results revealed that the highest infection rates (>85 %) were detected in cv. Sulatana, Malaga and Korus. Whereas the lowest infection rates (<10 %) were detected in cv. Primus, Silvia PZO and PR 1121382. On the other hand, 55.5 % of the isolates produced only alpha-conidia and 44.4 % of them produced alpha and beta-conidia. Moreover, 22 isolates were molecularly identified depending on their ITS regions sequences. Accordingly, the most frequently isolated DPC-pathogens in samples collected from Germany were *Diaporthe longicolla* (75 %) and *D. sojae* (25 %). Whereas the most frequently DPC-pathogens in samples obtained from Austria were *D. sojae* (39 %), *D. longicolla* (28 %), *D. caulivora* (11 %), *D. eres* (11 %), *Phomopsis* sp. (5.5 %) and *Diaporthe* sp. (5.5 %). However, further studies to confirm the pathogenicity of these pathogens and the susceptibility of the commercial soybean cultivars are still in progress.

## Untersuchung der Wirksamkeit des Sojaimpfmittels Rizoliq Top unter standardisierten Bedingungen

Fabio Montero<sup>1</sup>, Guido Ramírez Cáceres<sup>1</sup> und Christian Renner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Inoculant Research – Rizobacter Argentina

<sup>2</sup>De Sangosse GmbH

E-Mail: [rennerc@desangosse.com](mailto:rennerc@desangosse.com)

### Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2005 arbeitet die Firma Rizobacter aus Argentinien an modernen Impfmittelformulierungen mit dem Ziel den physiologischen Zustand der Bakterien zu verbessern, um diese vor Stressbedingungen nach der Saatgutbeimpfung besser zu schützen (Austrocknen der Bakterien). Die sogenannte Osmo-Schutz Technologie (OPT oder Top in spanischer Sprache) ermöglicht eine Verdickung der Zellmembran von Rhizobien und bietet so den Bakterien einen verbesserten Schutz vor ungünstigen Bedingungen nach der Aussaat. Dieser Vorteil konnte durch das Einbinden neuer Verfahren und Substanzen in den Produktionsprozess, von der Herstellung der Bakterien bis hin zum finalen Formulierungsprozess, erreicht werden. Gleichzeitig wurde eine verbesserte Haltbarkeit der Impfmittel in der Verpackung erreicht. Diese Art von Produkt zielt, im Vergleich zu einem herkömmlichen Produkt, auf eine signifikante Verbesserung der Überlebensrate von Rhizobien auf dem Saatgut und auf eine verbesserte Inokulation ab.

### Abstract

Since 2005, the concept of an inoculant with an internal protection has been under development, with the purpose of improving the physiological state of bacteria in order to face stressful conditions (desiccation) after application on the seed. The so-called Osmo Protection Technology (OPT or TOP in Spanish language) implies a rhizobia with cells that have an improved cell membrane that confers higher protection against adverse conditions after seed treatment. This feature is achieved through the incorporation of new procedures and substances, from the elaboration to the final formulation process. Simultaneously, good in-packaging stability is obtained, which grants longer shelf-life. This type of product, that targets bacteria protection, significantly increases on-seed rhizobia viability and the response to inoculation, when compared to a conventional product.

The objective of this trial is to evaluate and compare the efficacy of an osmo-protected inoculant (Rizoliq TOP) against that of a traditional one (Rizoliq), assessing on-seed (soybean) bacteria survival and in growth-chamber nodulation, establishing a maximum pre-treatment period of 30 days for Rizoliq TOP without any additional seedcare product.

## Einleitung und Zielsetzung

Ziel des folgenden Versuchs ist die Bewertung eines Top-formulierten Sojaimpfmittels (Rizoliq Top) im Vergleich zu einem herkömmlichen Sojaimpfmittel (Rizoliq). Untersucht wurden dabei die Überlebensrate der Bakterien auf dem Saatgut und die Knöllchenbildung nach Aussaat in Pflanzenwachstums-kammern zu verschiedenen Aussaatzeitpunkten bis zu 30 Tage nach der Beimpfung. Für den Versuch wurden keine zusätzlichen Beizmittel verwendet.

## Material und Methoden

Für den Versuch wurden die Sojaimpfmittel Rizoliq und Rizoliq Top, sowie die Sojasorte ALM 4930 verwendet. Gemäß der empfohlenen Aufwandmenge 150 ml/50 kg Saatgut wurden umgerechnet jeweils 0,6 ml Impfstoff auf 200 g Saatgut appliziert. Das mit Rizoliq behandelte Saatgut wurde zwischen 0,04 Tage und 4 Tage bei Raumtemperatur gelagert, das mit Rizoliq Top behandelte Saatgut zwischen 0,04 und 30 Tage.

Die Anzahl lebender Bradyrhizobien pro Saatkorn wurde mittels Verdünnungstechnik und Oberflächenverbreitung (0,1 ml Impfstoffkultur) auf Petrischalen mit YMA-Nährmedium ermittelt. Für jede Auswertung wurden 50 Saatkörner zwölf Minuten lang mit 50 ml sterilem, entmineralisiertem Wasser in einem sterilen Kolben bei 200 Umdrehungen geschüttelt. Es wurden Verdünnungen zwischen  $10^{-4}$  und  $10^{-1}$  hergestellt und anschließend drei Wiederholungen und zwei Platten pro Verdünnung ausgewertet. Die Petrischalen wurden für sieben Tage bei 29,5 °C erwärmt und anschließend die Kolonien ausgezählt.

Zur Untersuchung des Knöllchenansatzes wurde das behandelte Saatgut zum jeweils vorher definierten Zeitpunkt nebst unbehandelter Kontrolle in sauberen Töpfen ausgesät. Jeder Topf enthielt 300 g Boden aus der Provinz Buenos Aires von der Art sandiger Lehm und ohne, dass dort vorher Sojabohnen angebaut wurden. Die Bodenproben ergaben folgende Werte: (pH 5,9; N = 8 mg/kg; P verfügbar = 3 mg/kg; OM = 40 g/kg; C = 23,2 g/kg). Die Töpfe wurden in Pflanzenwachstums-kammern bei kontrollierter Temperatur zwischen 25 und 28°C, hoher Bodendurchfeuchtung, relativer Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 70 % und konstanter Beleuchtung von 6000 Lux gepflanzt. Die Bewässerung erfolgte mit demineralisiertem, sterilem Wasser. In diesem Versuch wurden fünf Wiederholungen pro Variante angelegt. Dreißig Tage nach der Aussaat wurden die Knöllchen der Pflanzen bonitiert. Gezählt wurden die Anzahl der Knöllchen und ihre Trockenmasse und die Lokalisierung dieser an Primär- oder Gesamtwurzelapparat.

Die statistische Analyse wurde mit der Software Infostat durchgeführt. Der Versuch wurde randomisiert angelegt. Die Ergebnisse der Untersuchung der Bakterienvitalität auf dem Saatgut wurden vorher logarithmisiert um eine Variabilitätsanalyse zu ermöglichen. Für die Vergleiche der Mittelwerte wurde ein Tiefenausgleich von 5 % gewählt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Tabelle 1 zeigt die Überlebensrate der Bradyrhizobien (Impfmittel mit und ohne Top) auf dem Sojasaatgut. Die Überlebensrate ist beim Impfmittel Rizoliq Top schon von der ersten Variante an signifikant höher. Dies unterstreicht die verbesserte Fähigkeit dieser

Art von Impfmittel widrige Bedingungen wie Trockenstress nach der Anhaftung ans Saatkorn zu überstehen. Geht man außerdem von einer guten Effektivität des Impfmittels bei einem Schwellenwert von  $1 \times 10^5$  KBE/Saatkorn aus, konnte beobachtet werden, dass die Varianten von Rizoliq TOP über den kompletten Zeitraum über diesem Wert lagen ( $6,5 \times 10^6$  bis  $4,7 \times 10^5$ ).

Tab. 1: *Bradyrhizobium*-Kolonien pro Saatkorn beimpfht mit Rizoliq (RL) oder Rizoliq Top (RL Top) und gelagert zwischen 0,04 und 30 Tage. Buchstaben, die sich voneinander unterscheiden sind signifikant unterschiedlich ( $p < 0,05$ )

Tage	Impfmittel	KBE <i>Bradyrhizobium</i> /Saatkorn
0,04	RL	$1,1 \times 10^6$ c
	RL Top	$6,5 \times 10^6$ a
1	RL	$3,2 \times 10^5$ d
	RL Top	$4,3 \times 10^6$ a
2	RL	$1,9 \times 10^5$ e
	RL Top	$3,8 \times 10^6$ b
3	RL	$1,5 \times 10^5$ e
	RL Top	$3,2 \times 10^6$ b
4	RL	$8,1 \times 10^4$ f
	RL Top	$2,8 \times 10^6$ b
10	RL	k.a.
	RL Top	$1,7 \times 10^6$ c
15	RL	k.a.
	RL Top	$1,3 \times 10^6$ c
21	RL	k.a.
	RL Top	$8,6 \times 10^5$ d
30	RL	k.a.
	RL Top	$4,7 \times 10^5$ d

Betrachtet man die Effekte auf die Knöllchenbildung (Tabelle 2) konnten ähnliche Ergebnisse festgestellt werden. Mit Rizoliq Top beimpfhte Varianten zeigten ab dem ersten Tag signifikant höhere Knöllchenzahlen an den Primärwurzeln und am gesamten Wurzelapparat ab dem dritten Tag. Die Trockenmasse der Knöllchen war beim Rizoliq Top ab dem ersten Tag signifikant höher. Die kompletten Varianten vom Rizoliq Top erreichten selbst nach dreißig Tagen noch akzeptable Knöllchenansätze.

Tab. 2: Knöllchenbildung von Sojabohnen beimpft mit Rizoliq (RL) oder Rizoliq Top (RL Top), behandelt von 0,04 bis 30 Tage vor der Saat und ausgesät in der Pflanzenwachstumskammer unter standardisierten Bedingungen. Buchstaben, die sich voneinander unterscheiden sind signifikant unterschiedlich ( $p < 0,05$ )

Tage	Impfmittel	Knöllchen/ Pflanze PW	Knöllchen/ Pflanze gesamt	Knöllchen TM (mg) PW	Knöllchen TM (mg)
0,04	RL	7.1 a	12.1 a	19.5 a	25.7 a
	RL TOP	9.0 a	17.3 a	27.3 a	33.5 a
1	RL	4.6 b	8.6 a	14.0 b	19.8 b
	RL TOP	9.5 a	13.5 a	30.5 a	34.5 a
2	RL	1.5 b	8.6 a	13.4 b	20.0 b
	RL TOP	7.0 a	13.0 a	18.5 a	24.8 a
3	RL	1.8 b	3.2 b	8.8 b	14.2 b
	RL TOP	11.3 a	16.8 a	29.0 a	35.0 a
4	RL	0.6 a	3.0 b	10.0 b	14.0 b
	RL TOP	10.3 a	18.5 a	29.0 a	38.3 a
10	RL	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
	RL TOP	7.8 a	14.3 a	25.3 a	39.3 a
15	RL	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
	RL TOP	8.8 a	9.8 a	27.0 a	28.0 a
21	RL	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
	RL TOP	8.5 a	9.3 a	28.0 a	28.3 a
30	RL	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
	RL TOP	5.8 b	11.3 a	16.5 b	23.5 b

## Schlussfolgerung

Unter den Voraussetzungen des Versuchs war es möglich, die verbesserte Wirkung eines Impfstoffs mit Top-Formulierung im Vergleich zu einem konventionellen Produkt nachzuweisen. Durch die Messung der Überlebensrate der Bakterien auf dem Saatgut und die Bestimmung der Knöllchenbildung nach der Aussaat wurden aussagekräftige Parameter gemessen, die das physiologische Anpassungsvermögen der Bakterien und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Stresssituationen belegen. Die Parameter waren während des gesamten Versuchs zufriedenstellend, was den Hauptnutzen des Produkts belegt.



*Abb. 1: Aussaat Rizoliq Top 0,04 Tage nach der Beimpfung*



*Abb. 2: Aussaat Rizoliq 0,04 Tage nach der Beimpfung*



*Abb. 3: Aussaat Rizoliq Top 30 Tage nach der Beimpfung*



*Abb. 4: Unbehandelte Kontrolle*



## **Prüfung und Entwicklung von Sojabohnenzuchtmaterial für die Fütterung**

Christine Riedel, Bianca Büttner, Joachim Eder, Stefanie Gellan und Günther Schweizer

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
E-Mail: [christine.riedel@LfL.bayern.de](mailto:christine.riedel@LfL.bayern.de)

### **Zusammenfassung**

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung verbesserten an die klimatischen Bedingungen in Süddeutschland angepassten Sojabohnenzuchtmaterials für die Fütterung mit Fokus auf Frühzeitigkeit, Kältetoleranz und Proteinertrag in Kooperation mit bayrischen Züchtungsunternehmen. Dafür soll die Selektion interessanter Genotypen durch phänotypische und molekulargenetische und analytische Verfahren optimiert werden um mittelständischen bayerischen Züchtern den Einstieg in die Sojazüchtung zu erleichtern. Die Basis hierzu stellt der Aufbau von Zuchtmaterial aus dem frühen bis sehr frühen Genpool der Reifegruppen „0“ bis „000“ dar. Als Ausgangsmaterial stehen dem Verbund unselektierte Soja-Linien nordamerikanischer/kanadischer Herkunft sowie Zuchtmaterial aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zur Verfügung. Die enge genetische Basis in diesem Elitematerial soll phänotypisch wie molekular analysiert und in einem zweiten Schritt durch Einkreuzung von Sorten und Landrassen aus Ostasien erweitert werden.

### **Abstract**

The aim of this project is the development of improved locally adapted soybean breeding material for animal feed with particular focus on the quality traits early ripening, cold tolerance and protein yield in cooperation with Bavarian breeders. Therefore selection of genotypes using phenotypic and molecular genetic breeding methods should be optimized for implementation of small-scale breeding activities in Bavaria. This project is based on the establishment of breeding material from the early to the very early gene pool of the maturity groups "0" to "000". Unselected soybean lines from North America and Canada and breeding material from Germany, Austria and Switzerland will be used as source material. The close genetic base in this source material will be phenotypically and molecularly analyzed and extended in a second step by crossbreeding with varieties and landraces from Asia.

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Ausweitung und Verbesserung des Sojabohnenanbaus in Süddeutschland zur Sicherstellung der heimischen Eiweißversorgung, insbesondere in der ökologischen Erzeugung von Schweine- und Geflügelfutter, setzt die Verfügbarkeit angepasster, ertragreicher und ertragsstabiler Sorten mit hohem Proteingehalt voraus. Die in Deutschland und Europa

zunehmende Nachfrage nach gentechnikfreien Sojaprodukten vor dem Hintergrund des weltweit steigenden Anbaus gentechnisch veränderter Sorten spricht für den Aufbau und die Ausweitung nationaler Züchtungsaktivitäten zur Entwicklung heimischer Sojabohnensorten. Im Frühjahr 2015 startete das dreijährige Verbundprojekt mit dem Titel "Prüfung und Entwicklung von Sojabohnenzuchtmaterial für die Fütterung mit dem Ziel der Implementierung mittelständischer Züchtungsaktivitäten unter besonderer Berücksichtigung der Merkmale Frühzeitigkeit, Kühletoleranz und Proteinertrag". Neben der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sind die drei bayerischen Pflanzenzüchter Saatzeit Bauer, Freiherr von Moreau Saatzeit und Saatzeit Streng-Engelen beteiligt. Dieses Vorhaben soll helfen, die Grundlagen für eine leistungsfähige Soja-Sortenentwicklung durch die Optimierung der Züchtungs- und Selektionsmethodik unter Einsatz sowohl züchtungstechnischer als auch molekulargenetischer Verfahren zu schaffen.

Konkrete Ziele dabei sind (i) die Selektion auf kältetolerante Genotypen, sowie eine generelle Anpassung des Zuchtmaterials an deutsche Anbauregionen, (ii) die Optimierung des Kreuzungserfolges, als Grundlage für weitere Züchtungsarbeiten, (iii) die Erweiterung der genetischen Basis im Zuchtmaterial und (iv) die Nutzung molekulargenetischer Ansätze im Hinblick auf eine beschleunigte Entwicklung angepassten Sortenmaterials.

## Material und Methoden

Als Sortenmaterial für Kreuzungen werden hauptsächlich frühe bis sehr frühe Herkünfte (0-000) aus Deutschland, Österreich, der Schweiz und Kanada verwendet. Im Frühjahr 2015 liegen aus Vorarbeiten Nachkommenschaften (F5) aus diallelen Kreuzungen von 11 Herkünften vor (LfL). Dazu kommen Nachkommenschaften (F6) aus Kreuzungen weiterer Herkünfte, die 2014 bzw. 2015 von der Landessaatzeitanstalt Hohenheim zur Verfügung gestellt und 2014 bereits auf Frühreife selektiert wurden. Ergänzend dazu wird zur Vergrößerung des Genpools Genbankmaterial mit dem Herkunfts-Schwerpunkt Kanada, Korea, Japan und China vergleichend untersucht.

Das Zuchtmaterial wird zur Selektion interessanter Genotypen im Freiland an den Standorten der vier Projektpartner in Einzelreihen angebaut. Im Vegetationsverlauf werden verschiedene Bonituren von der ersten Blüte bis zur Abreife durchgeführt. Hauptkriterium für die spätere Selektion ist eine Frühreife kombiniert mit ausreichender Kühletoleranz und gutem Proteinertrag. Ab 2016 werden ausgewählte Linien im mehrortigen Parzellenversuch auf Ertragsparameter und weitere züchtungsrelevante Merkmale hin geprüft. Ergänzend dazu finden Untersuchungen in der Klimakammer und im Gewächshaus zur Kreuzungsmethodik und Kühletoleranz statt.

Die Genetik des Zuchtmaterials und der Genbankherkünfte wird mit molekularen Methoden untersucht. Zum Nachweis erfolgreicher Kreuzungen werden Mikrosatellitenmarker verwendet, für eine weitere Genotypisierung ist der Einsatz von Hochdurchsatztechnologien wie dem Fluidigm-Chip geplant. Züchtungsrelevante Kandidatengene sollen durch die Nutzung und bei Bedarf Anpassung publizierter Marker im vorliegenden Zuchtmaterial nachgewiesen werden. Des Weiteren sind Clusteranalysen zur Bestimmung der Struktur und genetischen Diversität, sowie eine Assoziationsstudie zur Bestimmung züchtungsrelevanter Genomregionen für erwünschte Sortenmerkmale in der Projektlaufzeit geplant.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Beobachtungsanbau 2015 am Standort im Kreis Freising zeigten die Kreuzungsnachkommenschaften eine sehr große Streuung in Blühbeginn und Abreife (Abbildung 1). Ein Großteil des Materials reifte relativ spät ab. Als Standard diente die Sorte ES Mentor (00), die in günstigen Lagen Bayerns erfahrungsgemäß noch zur Abreife kommt. Das Genbankmaterial zeigte eine große Variation in züchtungsrelevanten Merkmalen, wie Blühbeginn, Blühdauer, Abreife, Wuchstyp, Blattform und Hülsengröße, die von Interesse für Einkreuzungen in bestehendes Zuchtmaterial sind. Die ersten Herkünfte waren bereits Ende August komplett abgereift, wohingegen andere zu diesem Termin mit der generativen Phase erst begonnen haben, wie z. B. Herkünfte der Wildart *Glycine soja* (Abbildung 1).

Ein wichtiges Zuchtziel ist die Platzfestigkeit der Hülsen. Durch die ungewöhnlich heißen Tage bis in den September hinein kam es verstärkt zu Hülsenplatzen und damit Ausfall, der sich aber weitgehend auf das Genbankmaterial beschränkte. Zudem war 2015 in einer Vielzahl von Linien eine starke Differenz zwischen dem Termin der Hülsenreife und dem Verfärben und Abfall der Blätter zu beobachten, was ebenso auf die Witterung zurückzuführen ist.

Die diesjährigen Witterungsbedingungen begünstigten trockenolerante Typen und ermöglichten nur eine eingeschränkte Selektion auf Standfestigkeit. Das Hauptmerkmal Frühreife konnte jedoch ohne Einschränkung erfasst werden.



*Abb. 1: Diversität in den Kreuzungsnachkommenschaften am Beispiel Abreife (21.08.15); Rankende Wuchsform einer Genbankherkunft der Wildart *G. soja* (28.07.15)*

## Dank und Förderhinweis

Dieses Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL-Eiweißpflanzenstrategie. Wir danken für die Finanzierung und wünschen allen Projektbeteiligten eine fruchtbare Zusammenarbeit.

## Anbaueignung für Sojabohnen in Bayern

Robert Schätzl<sup>1</sup>, Harald Maier<sup>2</sup>, Wolfgang Janssen<sup>2</sup>, Martina Halama<sup>1</sup> und Alois Aigner<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

<sup>2</sup>Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie

<sup>3</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

E-Mail: [robert.schaetzl@lfl.bayern.de](mailto:robert.schaetzl@lfl.bayern.de)

### Zusammenfassung

Eine Karte mit der Eignung bayerischer Ackerbaustandorte zum Sojaanbau ermöglicht Landwirten und deren Berater eine schnelle Orientierung. Neben den Bodenverhältnissen werden die Wärme- und Niederschlagsverhältnisse in wichtigen Wachstumsphasen der Sojabohnen berücksichtigt. Für die Anbauplanung sollten in Ergänzung zu den Informationen der Karte die konkreten Gegebenheiten des jeweiligen Schlages sowie die betrieblichen Voraussetzungen beachtet werden.

### Abstract

A map showing the suitability of Bavarian farming locations for soybeans give farmers and their advisors a brief orientation. Besides the soil conditions the temperature and precipitation in important growth stages of soybeans are considered. In addition to the information of the map cultivation planning should be based on individual information about the field and the farm.

### Einleitung und Zielsetzung

Die Sojabohne erfreut sich als Alternative zu anderen Mähdruschfrüchten einer wachsenden Bedeutung. Mit der Möglichkeit, die Sojafläche auf die verpflichtende ökologische Vorrangfläche anrechnen zu können, ziehen immer mehr Landwirte einen Sojaanbau in Erwägung. Allerdings gilt die Sojabohne als eine eher wärmeliebende Pflanze, die in der Zeit von Hülsenbildung und Kornfüllung ausreichend Wasser benötigt. Um bayerische Landwirte und deren Berater bei der Entscheidung über den Anbau von Sojabohnen und die Auswahl geeigneter Sorten (Reifezeit) zu unterstützen, sollten Informationen zur Eignung von Klima und Boden bereitgestellt werden.

### Material und Methoden

In Abstimmung mit Sojaexperten wurden zur Bewertung der Standorte hinsichtlich einer Anbaueignung für Sojabohnen drei Parameter festgelegt. Diese beschreiben die mittleren

Temperaturen und Niederschläge in den entscheidenden Wachstumsphasen sowie die Bodenverhältnisse (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Parameter zur Einstufung der Anbaueignung von Sojabohnen

Parameter	Grundlage	Verarbeitung
CHU-Wärmesumme 1. Mai bis 15. September	Wetterdaten aus 30 Jahren (1981 bis 2010) an einzelnen Wetterstationen	Umrechnung auf Rasterflächen von 1 km x 1 km
Niederschlagssumme 1. Juni bis 31. August		
Bodeneignung	BÜK 1000 (Bodenübersichtskarte für Deutschland im Maßstab 1:1.000.000)	Einstufung der Böden durch Experten (gut geeignet, weniger geeignet, bedingt geeignet)

Zur Ermittlung der Wärme- und Niederschlagssummen wurden die Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes für den 30-jährigen Zeitraum 1981 bis 2010 genutzt. Die CHU-Werte (CHU = Centigrade Heat Unit, Brown und Bootsma, 1993) wurden hierbei zunächst für jeden Kalendertag folgendermaßen berechnet:

$$CHU_{\text{Kalendertag}} = (CHU_{\text{Tag}} + CHU_{\text{Nacht}}) / 2 \quad \text{wobei gilt:}$$

$$CHU_{\text{Tag}} = 3,33 * (T_{\text{MAX}} - 10) - 0,084 * (T_{\text{MAX}} - 10)^2 \quad \text{für } T_{\text{MAX}} > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$CHU_{\text{Tag}} = 0 \quad \text{für } T_{\text{MAX}} \leq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$CHU_{\text{Nacht}} = 1,8 * (T_{\text{MIN}} - 4,4) \quad \text{für } T_{\text{MIN}} \geq 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$CHU_{\text{Nacht}} = 0 \quad \text{für } T_{\text{MIN}} < 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{MAX}} = \text{Tagesmaximum der Lufttemperatur in 2 m Höhe [in } ^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{MIN}} = \text{Tagesminimum der Lufttemperatur in 2 m Höhe [in } ^\circ\text{C]}$$

Nach Bildung eines 30-jährigen Mittels für jeden Kalendertag erfolgte ein Aufsummieren der Tageswerte zur Wärmesumme zwischen 1. Mai und 15. September. Dementsprechend wurden die mittleren Niederschlagssummen [in mm] der einzelnen Kalendertage im 30-jährigen Zeitraum zur Niederschlagssumme vom 1. Juni bis 31. August addiert.

Die Karten wurden auf der Basis einer multiplen linearen Regression für sich überlappende kreisrunde Teilgebiete mit einem ca. 2 ° großen Radius erstellt. Als Prädiktoren dienten die geographische Länge und Breite sowie die Höhenlage. Für jeden zu interpolierenden Ort wird die Entfernung zu den Kreismittelpunkten der vier benachbarten Teilgebiete bestimmt und entsprechend dieser die jeweiligen Regressionskoeffizienten der Teilgebiete gewichtet. Mit diesen für jeden Ort neu gewichteten Regressionskoeffizienten lassen sich die Messwerte an den Stationen schon ganz gut reproduzieren, jedoch gibt es immer noch geringe Unterschiede zwischen Mess- und Interpolationswert. Diese Unterschiede wurden noch einmal in einem separaten Verfahren, welches lediglich von der geografischen Lage der Messungen abhängt, in der Fläche verteilt. Für diese Art der abschließenden Interpolation wurde eine Triangulierung gewählt, die dafür sorgt, dass jeder Messwert in der Fläche genau reproduziert wird. Eine Triangulation hat im Gegensatz zu Kriging den Vorteil, dass keine Werte außerhalb des beobachteten Messwertbereiches in der Fläche auftreten können. Das Verfahren lieferte Ergebnisse in einer räumlichen Auflösung von 1 km<sup>2</sup>.

Die Einstufung der Bodeneignung erfolgte anhand der Bodeneinheiten nach BÜK 1000 (BGR, 1995). Jede Bodeneinheit wurde hierzu von Experten der Bayerischen Landes-

stalt für Landwirtschaft und der Fachzentren Pflanzenbau an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hinsichtlich ihrer Anbaueignung für Sojabohnen einer von drei Klassen zugeordnet.

Über ein Punktesystem konnten die einzelnen Kriterien zur Gesamtbewertung aggregiert werden (siehe Tabelle 2). Hierbei wurde die Wärmesumme stärker gewichtet als die Niederschlagssumme und diese wiederum stärker als die Bodenverhältnisse. Die Gesamtpunktzahl von maximal möglichen 12 Punkten ergibt sich durch Addition der Punkte für die drei Einzelkriterien.

Tab. 2: Punktesystem zur Aggregation von Klima- und Bodeneignung

Punkte	u <sup>1</sup>	0	1	2	3	4	5	6
Wärmesumme [° C] (von ... bis < ...)	< 2.300	2.300 2.400	2.400 2.500	2.500 2.600	2.600 2.700	2.700 2.800	2.800 2.900	≥ 2.900
Niederschlagssumme [mm] (von ... bis < ...)		< 165	165 200	200 235	235 270	≥ 270		
Boden (... geeignet)		we- niger	be- dingt	gut				

<sup>1</sup> u = ungeeignet, Gesamtpunktzahl (unabhängig von den anderen Kriterien) = 0

Die Karten über die Klimadaten wurden mit der Bodenkarte in ArcGIS<sup>®</sup> verschnitten, so dass für jede Flächeneinheit Wärmesumme, Niederschlagssumme und die Eignung des Bodens für den Anbau von Sojabohnen bekannt war. Aus der Bewertung der einzelnen Kriterien konnte dann die Karte über die Anbaueignung von Sojabohnen in Bayern erstellt werden (siehe Abbildung 1).

## Ergebnisse und Diskussion

Im Ergebnis zeigt sich die beste Anbaueignung für Sojabohnen in den klimatisch begünstigten Tälern von Donau, Inn und Rott im südöstlichen Bayern (siehe Abbildung 1). Vergleichsweise gute Anbaubedingungen finden sich darüber hinaus in weiten Teilen des Tertiären Hügellandes Nieder- und Oberbayerns sowie in Teilen von Schwaben. In den Gäulagen Unterfrankens kann eine unzureichende Wasserversorgung begrenzend wirken. Für weite Teile der Oberpfalz sowie Ober- und Mittelfrankens lässt sich nur eine vergleichsweise mäßige Eignung feststellen. Als absolut ungeeignet für den Sojaanbau sind das Alpen- und der überwiegende Teil des Voralpengebiets sowie die Mittelgebirgslagen vom Bayerischen Wald bis zum Thüringer Wald und der Rhön ausgewiesen.

Die in der Studie ermittelten Gebiete mit guter Eignung zum Sojaanbau bilden in der Praxis die Schwerpunkte der bayerischen Sojaerzeugung. Dies deutet darauf hin, dass sich mit der gewählten Methode geeignete Regionen relativ treffsicher ermitteln lassen.

Die Anbaueignungskarte für Deutschland (JKI, 2015) weißt in den groben Strukturen für Bayern ein ähnliches Bild auf wie die vorliegende Karte. Wesentliche Unterschiede im Detail rühren daher, dass die Deutschlandkarte die Boden- und Klimaverhältnisse in jeder Gemeinde einheitlich behandelt und sich zur Einschätzung des Klimas fast ausschließlich auf die Zuordnung einer Gemeinde zur nächsten Wetterstation beschränkt.

Mitunter wird diskutiert, dass auch die Globalstrahlung einen wichtigen Parameter für das Wachstum der Sojabohne darstellt. Strahlungsdefizite dürften aber eher in Norddeutsch-

land zum Tragen kommen als innerhalb Bayerns. Daher erscheint ein Einbeziehen der Globalstrahlungssumme nicht zwingend notwendig.

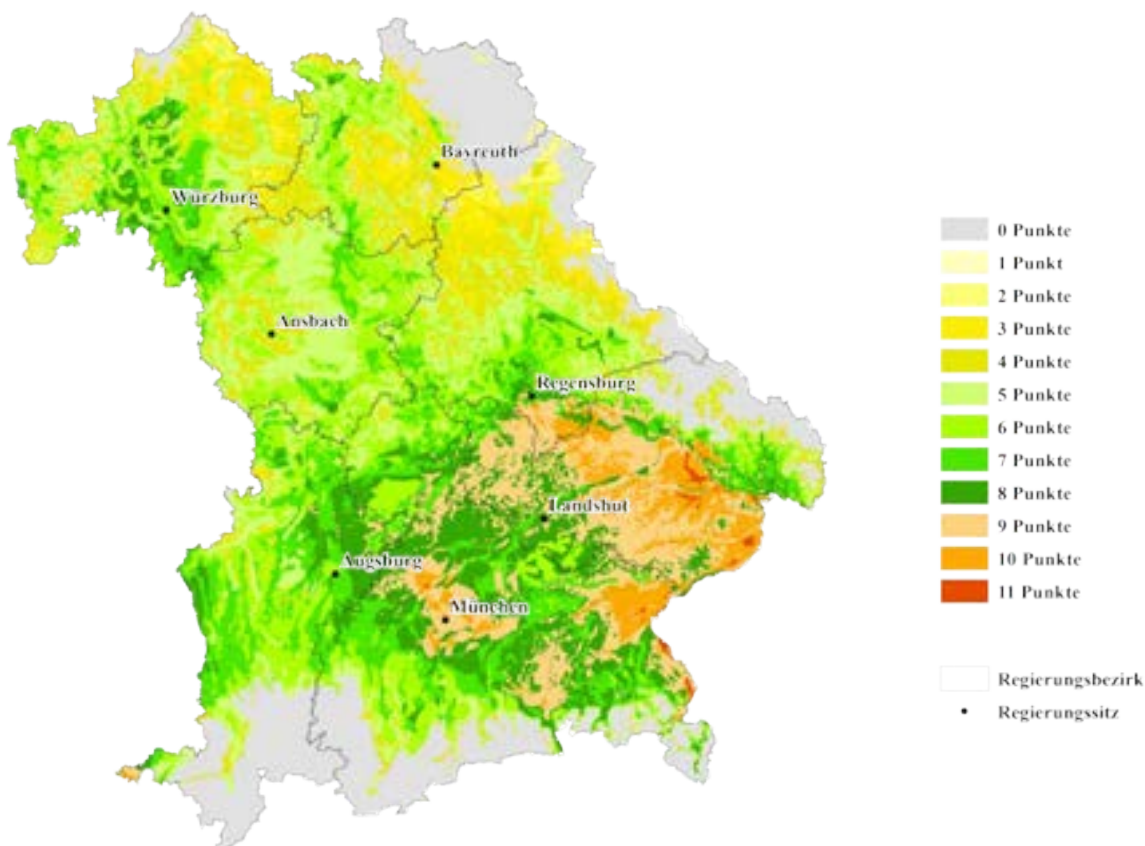


Abb. 1: Anbaueignung für Sojabohnen in Bayern  
(Datengrundlagen: Bayerische Vermessungsverwaltung (o. J.); BGR (1995);  
DWD, Agrarmeteorologie (o. J.); eigene Berechnungen)

Die Datengrundlagen können nicht die konkreten Verhältnisse eines jeden Ackerschlaages in Bayern abbilden. Für die Anbauplanung sollten daher die Boden- und Klimaverhältnisse sowie die Exposition des jeweiligen Schlaages ebenso bedacht werden wie die langjährig praktizierte Fruchtfolge und der Unkrautdruck eines Feldes. Außerdem sind die regionalen Aufbereitungs- und Vermarktungsmöglichkeiten für das Ernteprodukt zu berücksichtigen.

## Quellenverzeichnis

Bayerische Vermessungsverwaltung © (o. J.): Geobasisdaten. [www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de).

BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1995): Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (BÜK 1000).

Brown, D.M.; Bootsma A. (1993) Crop heat units for corn and other warm - season crops in Ontario. Ont. Ministry Agric. & Food Factsheet No. 93-119, Agdex 111/31, 4 pp.

DWD, Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologie (o. J.): Klimadaten und Rasterdaten für die Lufttemperatur und den Niederschlag des Zeitraums 1981-2010.

JKI, Julius Kühn-Institut (Hrsg.) (2015): Anbaueignung für Sojabohnen <http://geoportal.jki.bund.de/map?app=soja> (24.09.2015).

## **Ackerbauliche Auswertung von Praxiserhebungen im Rahmen der Betriebsnetzwerke der Eiweißpflanzenstrategie**

Harald Schmidt

Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL)  
E-Mail: [schmidt@soel.de](mailto:schmidt@soel.de)

### **Zusammenfassung**

Zur Bearbeitung ackerbaulicher Fragestellungen werden Daten von jeweils 40 Soja-Praxisschlägen in den Jahren 2015 und 2016 sowie jeweils 25 Lupinen-Praxisschlägen in den Jahren 2015 bis 2017 ausgewertet. Auf dieser Auswahl an Betrieben, die an den modellhaften Demonstrationsnetzwerken Soja und Lupine der Eiweißpflanzenstrategie beteiligt sind erfolgt zusätzlich zur Datenerfassung im Netzwerk eine erweiterte Evaluation der Bewirtschaftung und die Untersuchung diverser Boden- und Pflanzenparameter. Dabei sollen folgende Ziele erreicht werden: a) Identifizierung ackerbaulicher Einflussfaktoren auf den Erfolg des Sojabohnen- und Lupinenanbaus; b) Ableitung von standortabhängigen Optimierungsstrategien im Anbau von Körnerleguminosen und bei Entscheidungshilfen zur Artenwahl; c) Nutzung von Synergieeffekten aus der Kombination der Netzwerkdaten und gezielter ergänzender Datenerhebungen.

### **Abstract**

Data of 40 soya fields in 2015 and 2016 and 25 lupine fields between 2015 and 2017 respectively will be analysed regarding agronomic issues. On this selection of farms that are involved in the exemplary demonstration networks soya and lupine of the protein crop strategy additionally to the data collected in the network, management information will be evaluated and various soil and plant parameters will be measured. The following goals are to be achieved: a) Identification of agronomic factors influencing the success of the soybean and lupine cultivation; b) deduce location-based optimization strategies for the cultivation of grain legumes and a decision support for the species selection; c) use of synergies from the combination of the network-investigations and specific supplementary data.

### **Einleitung und Zielsetzung**

Ein wesentliches Ziel der Eiweißpflanzenstrategie der Bundesregierung ist die Ausdehnung des Leguminosenanbaus und damit der heimischen Eiweißversorgung. Die Ausweitung des Körnerleguminosenanbaus wird jedoch in der Praxis durch stark schwankende bzw. geringe Erträge behindert. Eine wichtige Grundlage für das Erreichen stabiler und hoher Erträge sind möglichst detaillierte Kenntnisse über die Einflüsse von Standort, Bewirtschaftung und Umwelt auf die Ertragsbildung unter Praxisbedingungen. Die bisher vorliegenden Resultate aus Feldversuchen können nur die geprüften Standort- und Bewirt-



schaftungsbedingungen abbilden, auch sind die Versuchsbedingungen häufig nicht mit Praxisbedingungen vergleichbar. Die im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie gegründeten Betriebsnetzwerke bieten die Möglichkeit die Praxis wissenschaftlich zu untersuchen.

Datenerhebungen auf landwirtschaftlichen Praxisflächen sind eine wertvolle Basis für die Untersuchung der komplexen Zusammenhänge im pflanzenbaulichen System. Neben der Darstellung des Status Quo kann unter anderem mit spezifischen multivariaten statistischen Verfahren und mit der Methode der Fallstudie auch eine Ableitung wissenschaftlich fundierter Ergebnisse erfolgen (z. B. Oyarzun et al., 1993; Mikkelsen, 2000; Rydberg & Milberg, 2000). In eigenen Untersuchungen von Körnererbsen- und Ackerbohnschlägen konnten u.a. wesentliche in der Praxis wirksame Faktoren der Ertragsbildung und des Unkrautdrucks ermittelt werden (Schmidt & Wild, 2013; Wilbois et al., 2013; BLE, 2014).

Das von der Geschäftsstelle Eiweißpflanzenstrategie der BLE geförderte Projekt „Erweiterung und ackerbauliche Auswertung der Praxiserhebungen und -untersuchungen im Rahmen der Betriebsnetzwerke der Eiweißpflanzenstrategie“ (2814EPS035) hat sich folgende Ziele gesetzt:

- Identifizierung und Gewichtung wesentlicher, ackerbaulicher Einflussfaktoren auf den Erfolg des Sojabohnen- und Lupinenanbaus in der Praxis mit den Schwerpunkten:
  - Auswirkung von Standortbedingungen und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Ertragsniveau und Proteingehalt.
  - Einfluss lang-, mittel- und kurzfristigen Managements auf den Erfolg der Unkrautregulierung, abhängig von Standort und Bewirtschaftungssystem.
- Ergänzung der Einzelprojektergebnisse zu Sojabohne und Lupine bei der Ableitung von standortabhängigen Optimierungsstrategien im Anbau von Körnerleguminosen und bei Entscheidungshilfen zur betriebsspezifischen Artenwahl.
- Nutzung von Synergieeffekten aus der Kombination der bisher bestehenden oder geplanten Untersuchungen sowie gezielter ergänzender Datenerhebungen auf den Betrieben der Betriebsnetzwerke.

## Material und Methoden

Im Rahmen des Projekts werden in der Laufzeit von 2015 bis 2017 auf Betrieben die an den Netzwerken der Eiweißpflanzenstrategie beteiligt sind und möglichst viel Erfahrung im Anbau mit der jeweiligen Körnerleguminose haben Untersuchungsschläge ausgewählt. Ziel ist es, eine weite Spannbreite an Böden und Bewirtschaftungssystemen abzudecken. Circa jeweils die Hälfte der Schläge wird ökologisch bzw. konventionell bewirtschaftet. Extreme Grenzstandorte für die jeweilige Körnerleguminosenart (Boden, Klima) auf denen ein Anbau versucht wird, werden nicht in die Untersuchung einbezogen. Die Gesamtzahl an Untersuchungsschlägen bis zum Ende des Projekts beträgt bei der Sojabohne 80 und bei der Lupine 75.

Je Schlag werden im Abstand von ca. 15 Metern zwei für den Schlag charakteristische Messpunkte ausgewählt. Es soll nicht der gesamte Schlag abgebildet werden, sondern ein charakteristischer Bereich des Schlags mit der dort kleinräumig auftretenden Streuung der einzelnen Parameter. An den Messpunkten werden diverse Bodenparameter erfasst (z. B. Unterbodenverdichtungen, Nährstoff- und Humusgehalt) und die Entwicklung von Leguminose und Unkraut durch Messungen und Bonituren evaluiert. Die Bewirtschaftungs-

geschichte und die kurzfristigen Managementmaßnahmen werden im Rahmen der Netzwerkprojekte erfasst und bei der Auswertung mit einbezogen.

Mit den erfassten Daten erfolgt eine betriebsübergreifende statistische Analyse der erfassten Parameter mit multivariaten Verfahren (u. a. Korrelationen, multiple Regressionen, Hauptkomponentenanalyse). Im Analyseprozess können interkorrelierende Parameter zusammengefasst und wesentliche Zusammenhänge zwischen einzelnen Parametern bzw. Parametergruppen qualitativ und quantitativ beschrieben werden.

Weiterhin wird eine einzelfallbezogene Auswertung der Ergebnisse von einzelnen Betrieben bzw. Schlägen im Sinn von Fallstudien durchgeführt. Dabei werden besonders diejenigen Betriebe bzw. Schläge beleuchtet, die bei der betriebsübergreifenden Auswertung aufgefallen sind, z. B. Schläge auf denen trotz guter Standort- und Bewirtschaftungsvoraussetzungen kein angemessenes Ertragsergebnis erzielt werden konnte. In Rücksprache mit den Betriebsleitern und Betriebsbetreuern wird versucht die verantwortlichen Faktoren zu identifizieren.

## Ausblick

Am Ende der Projektlaufzeit ist eine projektübergreifende Einbindung der Ergebnisse geplant. Die Resultate der ackerbaulichen Auswertung sollen dabei in andere Projektbereiche wie z. B. die ökonomische Auswertung oder die Anpassung von Instrumenten zur Fruchtfolgeplanung integriert werden. Weiterhin ist eine Ausweitung der ackerbaulichen Auswertung auf die Kulturen Erbse und Ackerbohne geplant.

## Literaturverzeichnis

BLE (Hrsg.) (2014): Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Mikkelsen RL (2000): Nutrient management for organic farming: a case study. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*. 29, 88-92.

Oyarzun P, Gerlagh M, Hoogland AE (1993): Relation between cropping frequency of peas and other legumes and foot and root rot in peas. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 99, 35-44.

Rydberg NT, Milberg P. (2000): A survey of weeds in organic farming in Sweden. *Biological agriculture and horticulture*, 18, 175-185.

Schmidt H, Wild M (2013): Faktoren des Körnererbsenertrages in der Ökolandbaupraxis. In Neuhoff D, Stumm C, Ziegler S, Rahmann G, Hamm U, Köpke U (Hrsg.): Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 98-101.

Wilbois K-P, Böhm H, Bohne B, Brandhuber R, Bruns C, Demmel M, Finckh M, Fuchs J, Gronle A, Hensel O, Heß J, Jörgensen R, Lux G, Mäder P, Möller D, Schmidt H, Schmidtko K, Spiegel A-K, Tamm L, Vogt-Kaute W, Wild M, Wolf D (2013): Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit Gesamtprojekt - Abschlussbericht, <http://orgprints.org/28973/>

## **Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatgutbeigaben**

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Günther Leithold<sup>1</sup>, Jennifer Schmidt<sup>2</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Justus-Liebig Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau

<sup>2</sup>FiBL Deutschland e.V.

E-Mail: [beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de)

### **Zusammenfassung**

Eine zügige, gleichmäßige und kräftige Jugendentwicklung ist ein entscheidender Faktor für eine gute Bestandsentwicklung von Sojapflanzen. Im vorliegenden Projekt soll untersucht werden wie die Jugendentwicklung von Sojapflanzen positiv beeinflusst werden kann, speziell bei kühlen Temperaturen. Priming (Vorquellen der Samen in Wasser) kann zu einer beschleunigten Keimung der Samen führen. Die Beigabe von bestimmten Mikroorganismen (PGPR und VAM) sowie bestimmten Isoflavonoiden zur Saat soll das Jugendwachstum stärken. Aus der besten Vorquellzeit und der besten Saatgutbeigabe soll in Zusammenarbeit mit der KWS Saat AG ein Inkrustierungsverfahren entwickelt werden.

### **Abstract**

Rapid, homogeneous and vigorous juvenile growth in young soybean plants is decisive for successful soybean cultivation. The aim of this project is to investigate how the juvenile growth of soybean can be accelerated, especially under cold temperature conditions. Priming (soaking the seeds in water) can lead to accelerated seed germination. The addition of certain microorganisms (PGPR and VAM) as well as isoflavones to the seed can promote juvenile growth. An incrustation technique will be developed incorporating the best priming time and seed addition in collaboration with KWS Saat AG.

### **Einleitung und Zielsetzung**

Nach der Aussaat ist eine zügige und kräftige Jugendentwicklung der Sojapflanzen ein entscheidender Faktor für ein gesundes Wachstum, eine gute Unkrautunterdrückung und letztlich auch die Ertragsbildung. Saatgutpriming wird bei vielen gartenbaulichen und einigen landwirtschaftlichen Kulturen bereits standardmäßig erfolgreich angewendet und führt zu insgesamt schneller und gleichmäßiger auflaufenden Jungpflanzen, die darüber hinaus in ihrer Jugendentwicklung kräftiger und damit widerstandsfähiger gegenüber Stressfaktoren sind als bei unbehandeltem Saatgut. Arif et al. (2008) Mohammadi (2009) und Sadeghi (2011) konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass Saatgutpriming bei Soja sowohl die benötigte Zeit zum Auflaufen verkürzt als auch zu einer Verbesserung in bestimmten Ertragskomponenten führt. Die Beigabe von nützlichen Mikroorganismen oder anderen wachstumsfördernden pflanzeigenen Substanzen hat sich bei vielen Sämereien

bewährt. In ihrem Review geben Schmidt, Messmer und Wilbois (2015) einen Überblick zu verschiedenen wachstumsfördernden Saatbeigaben, speziell bei niedrigen Temperaturen im Wurzelbereich. So können bestimmte Mikroorganismen (plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)) und vesikulär-arbuskuläre Mykorrhizen (VAM)) sowie sekundäre Pflanzenstoffe aus der Stoffgruppe der Isoflavonoide die Sojapflanzen in der Juvenilphase erheblich stärken und die Nodulation mit Bradyrhizobien verbessern.

Ziel dieses Projekts ist es einerseits das Auflaufen der Sojabohne in vergleichsweise kühler Umgebung durch Saatgutpriming zu beschleunigen (Verfrühung) und andererseits die Pflanzen während ihrer Jugendentwicklung durch Beigabe von bestimmten Mikroorganismen (PGPR und VAM) sowie sekundären Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Isoflavonoiden zur Saat zu stärken.

## Material und Methoden

Zunächst wird die optimale Vorquellzeit bestimmt, indem Samen von fünf Sojasorten aus den Reifegruppen 000 bis 00 in einer definierten Zeitreihe (4 h, 8 h, 12 h, 16 h) vorgequollen, rückgetrocknet und anschließend in Gefäßversuchen mit Feldeboden im Klimaschrank bei vier unterschiedlichen Temperaturen (10 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C) zum Auflaufen (BBCH-Stadium 09) gebracht werden. Im nächsten Schritt werden die fünf ausgewählten und zuvor geprimten Sorten mit verschiedenen kommerziell erhältlichen Präparaten von Bradyrhizobien und PGPR, VAM sowie Isoflavonoiden und Kombinationen daraus getestet. Dafür werden Gefäßversuche mit Feldeboden in der Klimakammer bei 15 °C durchgeführt. Sowohl die Zeit bis zum Auflaufen (BBCH-Stadium 09) als auch bis zur vollen Laubblattentfaltung am zweiten Nodium (BBCH-Stadium 12) der Sojajungpflanze wird festgehalten. Ferner erfolgt eine visuelle Bonitur der Gesamtpflanzen (Spross und Wurzel) bei Beprobung zum BBCH-Stadium 12.

Aus der besten Vorquellzeit und der besten Saatgutbeigabe wird in Zusammenarbeit mit der KWS Saat AG ein Inkrustierungsverfahren für drei repräsentative Sojasorten entwickelt. In Gefäßversuchen wird dann ein Prototyp gegenüber der losen Applikation getestet. Anschließend wird ein zweijähriger Feldversuch durchgeführt. Dabei werden die Sojabohnen zur Ernte gebracht; die Entwicklung im Lauf der Vegetation visuell boniert und sowohl der Ertrag als auch der Proteingehalt der geernteten Samen erfasst. Sämtliche für die Inkrustierungsmasse verwendete Substanzen, Mikroorganismen und sekundäre Pflanzenstoffe werden so gewählt, dass sie auch den Anforderungen des ökologischen Landbaus genügen.

## Literaturverzeichnis

Arif, M., Jan, M. T., Marwat, K. B., & Khan, M. A. (2008). Seed priming improves emergence and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1169–1177.

Mohammadi, G. R. (2009). The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*, 5(3), 322–326.

Sadeghi, H., Khazaei, F., Yari, L., & Sheidaei, S. (2011). Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARPN journal of Agricultural and Biological science*, 6(1), 39–43.

Schmidt, J., Messmer, M., & Wilbois, K.-P. (2015). Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*.

## Mulchsaat von Soja in abfrierende Zwischenfrüchte im ökologischen Landbau

Peer Urbatzka<sup>1</sup>, Markus Demmel<sup>2</sup> und Florian Jobst<sup>1</sup>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

<sup>1</sup>Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

<sup>2</sup>Institut für Landtechnik und Tierhaltung

E-Mail: [peer.urbatzka@LfL.bayern.de](mailto:peer.urbatzka@LfL.bayern.de)

### Zusammenfassung

Durch Mulchsaat kann die Erosionsgefahr beim Anbau von Soja reduziert werden. Ein Feldversuch wurde von 2012 bis 2014 auf einem Standort unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus durchgeführt. Soja wurde in verschiedene abfrierende Zwischenfrüchte mit einer Einzelkornsaat als Mulchsaat ohne bzw. mit einer Saatbettbereitung gesät. In 2012 wurde die Planung aufgrund eines massiven Beikrautdruckes in der vorlaufenden Zwischenfrucht geändert: mit Ausnahme zweier Varianten wurde der Boden vor der Saat ein- oder zweimal bearbeitet.

In allen drei Jahren war der Beikrautbesatz hoch. In 2014 konnte daher der Versuch nicht geerntet werden, in 2012 wurde zusätzlich das Beikraut im Reihenzwischenraum mit einer Handfräse im Sommer bekämpft. Mit erhöhter Intensität der Bodenbearbeitung erzielte Soja einen höheren Kornertrag in 2012 und 2013. Dies ist v. a. auf einen höheren Beikrautbesatz in den Varianten mit Mulchsaat ohne Saatbettbereitung zurückzuführen. Jedoch lag der Kornertrag auch in den Varianten mit Saatbettbereitung auf einem niedrigen Niveau. Deshalb sind die geprüften Zwischenfrüchte für eine Mulchsaat von Soja im ökologischen Landbau nicht geeignet.

### Abstract

Growing soybeans, the erosion risk can be reduced with mulch-tillage. A field trial was conducted under the conditions of organic farming at one site from 2012 until 2014. Soybeans were sown in different frost terminated cover crops with a single seed drill with or without seedbed preparation. In 2012, the experiment was changed due to high weed infestation in cover crops: soil was tilled once or twice before seeding with exception of two variants.

Weed cover was high in all three years. Thus in 2014, the trial could not be harvested, and in 2012, additionally weed control was conducted between the rows with a rototiller in summer. The grain yield of soya was higher with a higher intensity of tillage in 2012 and 2013. Cause is an overall a higher weed infestation in variants with mulch-till without seedbed preparation. Nevertheless, grain yield in variants with seedbed preparation was on a low level, too. Accordingly, the tested cover crops cannot be recommended for mulch-till of soya in organic farming.

## Einleitung und Zielsetzung

Mulchsaat ist im ökologischen Landbau wenig verbreitet, da ein Verzicht auf die mechanische Beikrautregulierung häufig problematisch ist. Dabei kann Mulchsaat ein effektiver Erosionsschutz sein. Besonders erosionsgefährdet sind Kulturen mit Hacktechnik und weiten Reihenabstand (Kistler et al. 2013). Dies trifft für den ökologischen Landbau insbesondere für Mais und Soja zu. Ziel des Vorhabens war das Erreichen eines ausreichenden Erosionsschutzes und einer guten Beikrautregulierung mittels vorlaufenden Zwischenfrüchten beim Anbau von Öko-Soja.

## Material und Methoden

In den Jahren 2012 bis 2014 wurden am Standort Hohenkammer (sL, AZ ca. 50, langjährige Mittel: 816 mm; 7,8 °C) bei Freising verschiedene abfrierende Zwischenfrüchte (Senf bzw. Ölrettich, Hafer, Sommerwicke, Phacelia (nur 2012), Sonnenblumen (nur 2012), Alexandrinerklee + Hafer (ab 2013), Sommerwicke + Hafer (ab 2013), Sommertriticale (ab 2013)) und eine Kontrolle ohne Zwischenfrucht vor Soja geprüft. Großteilstückfaktor in der gewählten Spaltanlage war Mulchsaat mit Saatbettbereitung (einmal Kreiselegge) und ohne Saatbettbereitung. Die Zwischenfrüchte wurden nach einer Pflugfurche bestellt. In der Variante ohne Zwischenfrucht wurde im Herbst gefräst.

In 2012 wurde der Versuchsplan aufgrund eines massiven Beikrautdruckes in den Zwischenfrüchten abgeändert: statt einmal Kreiselegge wurde zweimal Kreiselegge eingesetzt und nur bei Wicke und Hafer wurde keine Bodenbearbeitung, bei den anderen Zwischenfrüchten Saatbettbereitung mit einmal Kreiselegge durchgeführt.

Die Sojabohnen (cv. *Merlin*) wurden in Einzelkornsaat mit einem Reihenabstand von 50 cm gesät. Das fix&fertig geimpfte Saatgut wurde zusätzlich unmittelbar vor der Saat mit 500g/ha Impfmittel Hi-Stick behandelt. Die Saatstärke lag bei 65 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup>, Saatzeit war Anfang Mai. Die Bonituren der Beikrautdeckungsgrade (BDG) erfolgten zu drei Terminen nach Braun-Blanquet (1964).

## Ergebnisse und Diskussion

In 2014 konnte der Versuch aufgrund eines sehr hohen Beikrautdruckes insbesondere verschiedene Gräser (Weidelgras) nicht beerntet werden.

In 2012 und 2013 konnten die BDG durch die Saatbettbereitung mit der Kreiselegge im Vergleich zu ohne Bodenbearbeitung im gesamten Vegetationsverlauf signifikant reduziert werden (Abbildung 1 und 2). Bereits in der Jugendentwicklung war der Beikrautdruck ohne Bodenbearbeitung mit durchschnittlich > 50 % sehr hoch. In 2013 zeigten ein Gemenge aus Sommerwicke und Hafer sowie die Variante ohne Zwischenfrucht eine bessere Beikrautunterdrückung zu diesem Termin, aber nicht im weiteren Vegetationsverlauf (Abbildung 2). Auch in 2012 lagen zwischen den Zwischenfruchtvarianten keine Unterschiede vor (Daten nicht dargestellt). In 2012 war der Beikrautdruck auch in den Varianten mit Saatbettbereitung sehr hoch. Um den Versuch überhaupt dreschen zu können, wurde entgegen der Planung das Beikraut mit einer Handfräse im Reihenzwischenraum im Juli und August bekämpft. Leitunkräuter waren in 2012 rauhe Gänsedistel, jährige Risse,

rauhes Franzosenkraut und Löwenzahn sowie in 2013 rauhes Franzosenkraut und weißer Gänsefuß.

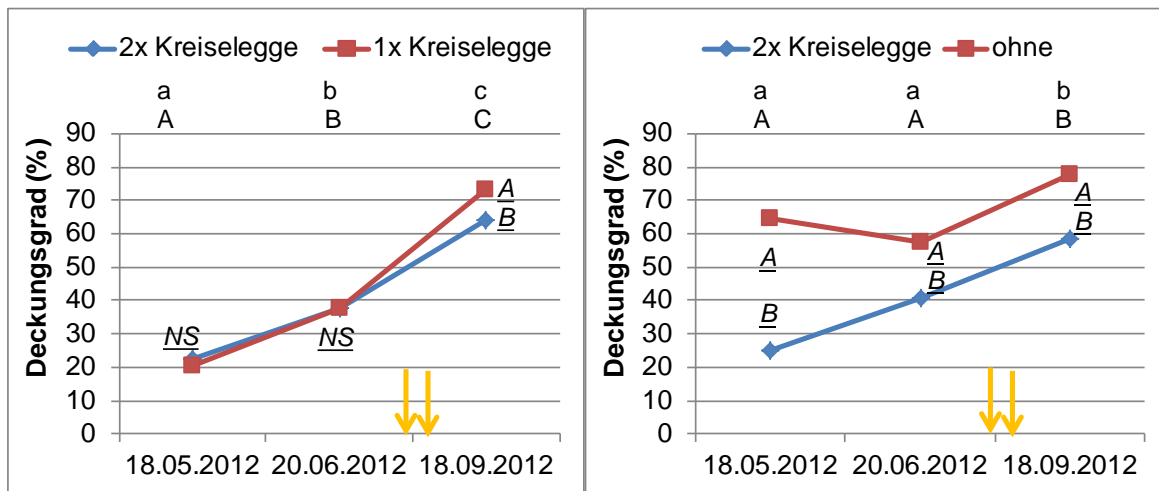


Abb. 1: BDG im Vegetationsverlauf 2012 in Abhängigkeit des Boniturtermins und Bodenbearbeitung; verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für 1x Kreiselegge/ohne, 2x Kreiselegge bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Bodenbearbeitung (SNK-Test,  $p < 0,05$ ); ↓ = Arbeitsgang mit Handfräse im Reihenzwischenraum

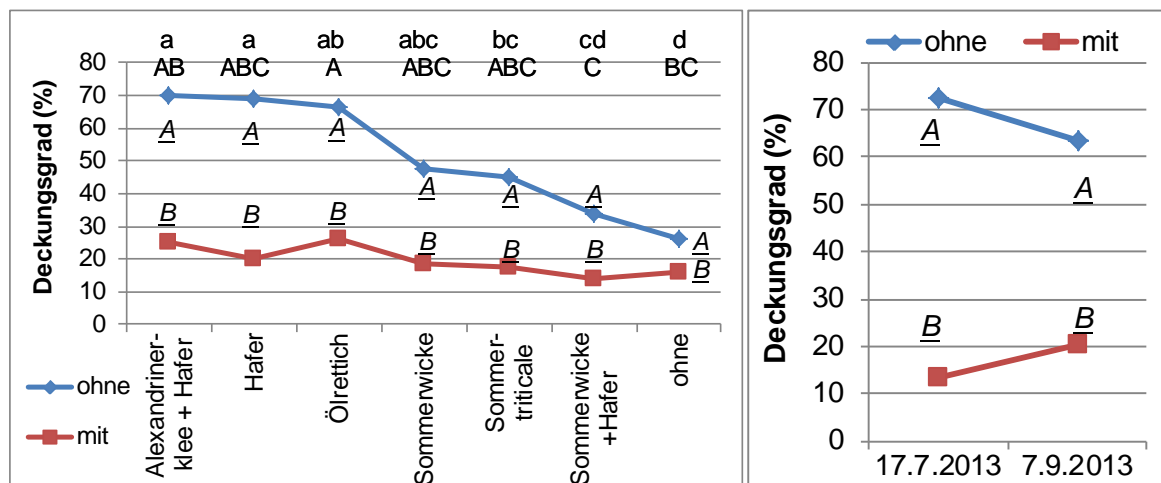


Abb. 2: BDG im Vegetationsverlauf 2013; Termin 18.05.2013 links, andere Termine rechts; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Details siehe Abbildung 1)

Beim Kornertrag wurden in 2012 und 2013 keine signifikanten Unterschiede zwischen allen Zwischenfruchtvarianten festgestellt (Abbildung 3 und Abbildung 4). In 2012 erzielte Soja nach zweimaliger Saatbettbereitung mit der Kreiselegge einen höheren Korn- und RP-Ertrag als nach einmaliger Bearbeitung (Abbildung 2). Dies ist zumindest zum Teil auf einen geringeren BDG vor der Ernte nach zweimaliger Bearbeitung zurückzuführen (Abbildung 1). Auch in 2013 gab es einen signifikanten Unterschied beim Faktor Saatbettbereitung: ohne Bodenbearbeitung fielen die Kornerträge geringer aus als nach einmaliger Bearbeitung (Abbildung 3). Dies ist mit den deutlichen Unterschieden im BDG zu erklären. Das Ertragsniveau fiel aber mit durchschnittlich 10,7 dt/ha gering aus.



## Schlussfolgerung

Aus den Feldversuchen ist zu schlussfolgern, dass die geprüften Zwischenfrüchte für eine Mulchsaat im ökologischen Landbau nicht geeignet sind.

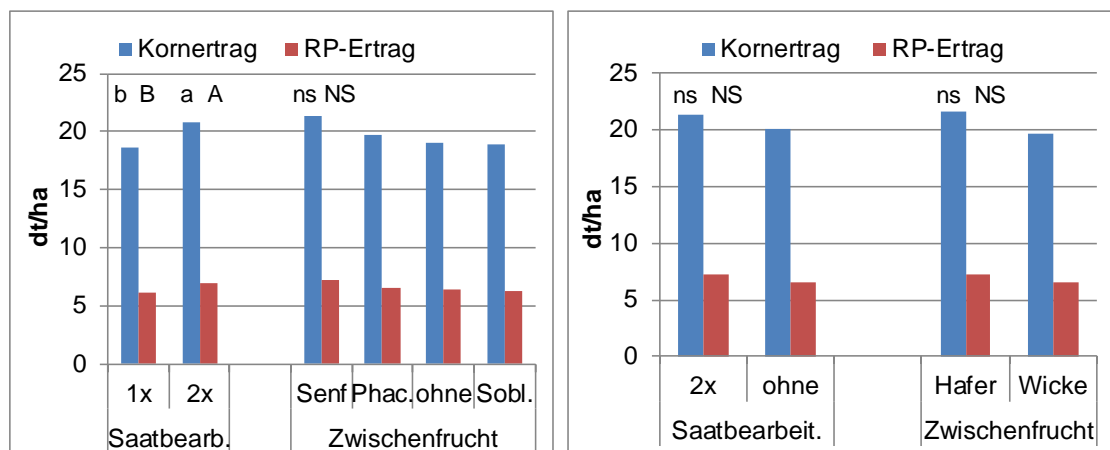


Abb. 3: Korn- und Rohprotein (RP)-Ertrag 2012 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und Bodenbearbeitung; verschiedene kleine bzw. große Buchstaben = signifikante Unterschiede bzgl. Korn- bzw. RP-Ertrag (SNK,  $p < 0,05$ ); ns = nicht signifikant

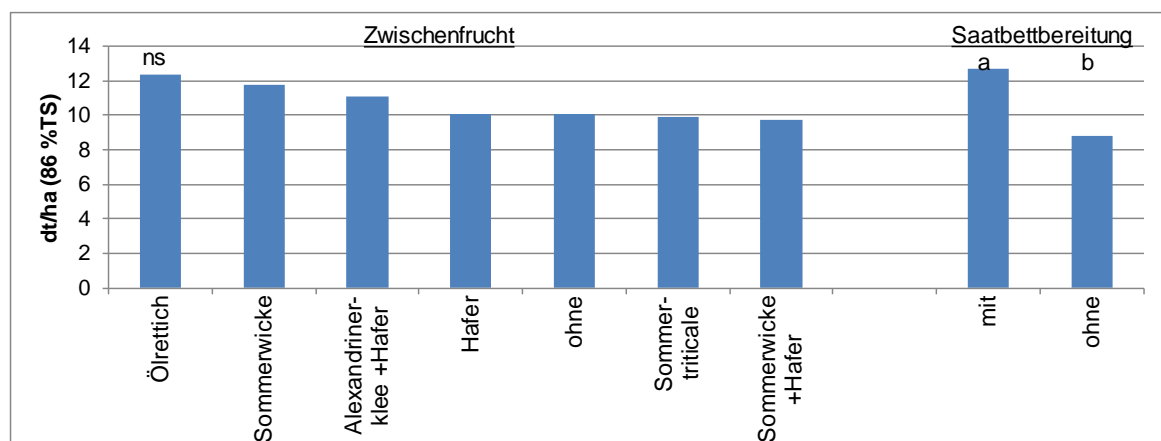


Abb. 4: Kornertrag 2013 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und Bodenbearbeitung; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK,  $p < 0,05$ ); ns = nicht signifikant

## Danksagung und Förderhinweis

Wir möchten uns ganz herzlich beim Betriebsleiter des Schlossguts Hohenkammer Helmut Steber und bei allen am Forschungsvorhaben beteiligten Kollegen der bayerischen Landesanstalt bedanken. Ferner danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Förderung.

## **Literaturverzeichnis**

Braun-Blanquet J (1964): Pflanzensoziologie. Springer, Wien und New York, 3. Auflage  
Kistler M, Brandhuber R, Maier H (2013): Wirksamkeit von Erosionsschutzmaßnahmen.  
LfL-Schriftenreihe 8/2013.

## **Einfluss verschiedener Techniken der Beikrautregulierung auf Deckungsgrad und Kornertrag beim Anbau von Öko-Soja**

Peer Urbatzka<sup>1</sup>, Markus Demmel<sup>2</sup> und Florian Jobst<sup>1</sup>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

<sup>1</sup>Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz,

<sup>2</sup>Institut für Landtechnik und Tierhaltung

E-Mail: [peer.urbatzka@lfl.bayern.de](mailto:peer.urbatzka@lfl.bayern.de)

### **Zusammenfassung**

Im ökologischen Sojaanbau ist die mechanische Beikrautregulierung von besonderer Bedeutung. Sechs verschiedene Regulierungsstrategien (Striegel, Gänsefußscharhacke je solo und in Kombination sowie Gänsefußscharhacke mit den Zusatzwerkzeugen Flachhäufler, Fingerhacke und Torsionshacke) wurden bezüglich Beikrautregulierung und Kornertrag untersucht. Die Hackvarianten wurden in Einzelkornsaat und in einem Reihenabstand von 50 cm etabliert, die Striegelvariante in Drillsaat und in einem Reihenabstand von 12,5 cm. Die Feldversuche wurden an drei Orten in den Jahren 2011 bis 2014 durchgeführt.

Der Beikrautdeckungsgrad in den Hackvarianten war geringer als in der Striegelvariante in den vier Umwelten mit hohem Beikrautdruck. Hier war auch der Kornertrag in den Hackvarianten höher als in der Striegelvariante. Dies ist auf eine längere Zeitspanne der Beikrautbekämpfung bei den Hackvarianten zurückzuführen. Das Zusatzwerkzeug Flachhäufler und die Kombination von Hacke und Striegel erhöhten den Bekämpfungserfolg und den Kornertrag im Vergleich zur Hacke solo. In den anderen Umwelten mit geringem Beikrautdruck gab es keine Unterschiede zwischen den Regulierungsstrategien.

### **Abstract**

Successful mechanical weed control is a crucial aspect in organic soybean production. Six weed control techniques (spring tine harrow, inter row hoe with duckfoot sweeps, separately used or in combinations, inter row hoe with additional tools: finger weeder, torsion weeder, ridging wings) were evaluated concerning the effects on weed ground cover and on grain yield. Soy bean plant stands have been established with various row widths using different types of seeders (12.5 cm with seed drill for harrowing variant and 50 cm with single seed drill for hoeing variants). The field trials were conducted at three sites in four years (2011-2014).

The weed ground cover in the harrowing variant was higher than in the hoeing variants in the four environments with high weed pressure. In these environments, the yield in the hoeing variants was higher than in the harrowing variant. This was caused by a longer period of weed control with hoeing. The additional tools ridging wings or combinations with spring tine harrow increased the success of mechanical weed control and the grain yield in

comparison to inter row hoe separately. In the other environments with lower weed pressure, there was no significant difference between the control techniques.

## Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Soja attraktiv, da hohe Marktpreise erzielt werden können und die Pflanze als Leguminose Luftstickstoff sammelt. Der Kornertrag und damit der wirtschaftliche Erfolg hängen insbesondere von einer erfolgreichen mechanischen Beikrautregulierung ab. Gelingt diese nicht, ist mit deutlichen Mindererträgen bis hin zum Totalausfall zu rechnen (Hiltbrunner et al. 2012, Jobst et al. 2013). In einer Feldversuchsserie wurde die Wirkung verschiedener Sätechniken, Reihenabstände, Hack- und Striegeltechniken auf den Beikrautdeckungsgrad und auf den Kornertrag bestimmt.

## Material und Methoden

In 2011 bis 2014 wurden an je drei Standorten in Oberbayern folgende sechs unterschiedliche Strategien zur mechanischen Beikrautregulierung in Sojabohnen getestet:

- Gänsefußscharhacke ohne Zusatzwerkzeuge
- Gänsefußscharhacke mit Fingerhacke, Flachhäufler oder Torsionshacke
- Gänsefußscharhacke in Kombination mit Striegel
- Striegel solo

Die Varianten mit Gänsefußscharhacke wurden in Einzelkornsaat mit einem Reihenabstand von 50 cm gesät, die Variante Striegel solo mit einer üblichen Drillmaschine und einem Reihenabstand von 12,5 cm. Die Behandlungstermine wurden bestmöglich nach praxisüblichen Kriterien wie Witterung und Pflanzenentwicklung festgesetzt. Zusätzlich wurden zwei Kontrollvarianten „ohne Beikrautregulierung“ und „beikrautfrei“ in Einzelkornsaat angelegt. In der Variante „ohne Beikrautregulierung“ wurde nach Möglichkeit blindgestriegelt, in „beikrautfrei“ wurde zusätzlich per Hand reguliert. Die Bonituren der Beikrautdeckungsgrade (BDG) erfolgten je Umwelt zu mindestens zwei Terminen (kurz nach Feldaufgang und zur Ernte) sowie teils zusätzlich im Vegetationsverlauf nach Braun-Blanquet (1964).

In allen Jahren und Varianten wurde die Sorte Merlin mit 65 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> Ende April bis Anfang Mai ausgesät. Das fix&fertig geimpfte Saatgut wurde zusätzlich unmittelbar vor der Saat mit 500 g/ha Impfmittel Hi-Stick behandelt. Als Anlage wurde eine einfaktorielle Blockanlage (N=4) und eine Größe der Bonitur- und Ernteparzellen von 30 m<sup>2</sup> gewählt. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.3. Aufgrund von Hagel bzw. Starkregen konnten in 2011 zwei Orte und aufgrund nicht ausreichender statistischer Kennzahlen in 2012 ein Ort nicht gewertet werden. Für die Auswertung wurde in Umwelten mit hohem Beikrautdruck (BDG zur Ernte > 70 % in der Variante „ohne Beikrautregulierung“) und geringerem Beikrautdruck unterschieden.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden wird insbesondere auf die vier Orte mit hohem Beikrautdruck eingegangen. Nach dem Feldaufgang lag im Mittel dieser vier Orte der BDG bei allen Varianten einheitlich bei ca. 10 % (Abbildung 1). Zwischen den Standorten gab es bereits zu diesem frühen Zeitpunkt deutliche Unterschiede: in Vierkirchen 2011 waren kaum Beikräuter vorhanden, während in Stockach 2013 die BDG etwa 20 % betrug. Dies ist u. a. auf das Blindstriegeln zurückzuführen, welches aufgrund der Witterung in Stockach 2013 nicht durchgeführt werden konnte.

An allen vier Orten mit hohem Beikrautdruck stiegen die BDG im Laufe der Vegetationsperiode an. Die höchsten BDG wurden zum Zeitpunkt des Hülsenfüllens in der Kontrolle „ohne Beikrautregulierung“ mit etwa 60 % und kurz vor der Ernte mit über 80 % bonitiert (Abbildung 1). Zur Ernte lagen auch die BDG in der Variante Striegel solo mit etwa 70 % signifikant höher als in den Hackvarianten mit weniger als 50 %. Ursache ist neben dem hohen Beikrautpotential der Schläge die witterungsbedingt relativ späte erste Beikrautregulierung nach dem Auflaufen im Drei- bis Vierblattstadium des Sojas. Das Beikraut war bereits weit entwickelt und der Striegel konnte zu diesem späten Zeitpunkt keine befriedigende Wirkung mehr erreichen. Dagegen konnte der BDG in den Hackvarianten in Übereinstimmung zu Mücke et al. (2013) reduziert werden.

Mit den Zusatzwerkzeugen und in Kombination mit dem Striegel waren die BDG zum Hülsenfüllen und kurz vor der Ernte etwas geringer als bei der Hacke solo, unterschieden sich aber mit Ausnahme des Flachhüflers zur Ernte nicht signifikant (Abbildung 1). Auch auf einem sandigen Standort in Niedersachsen war die Reduzierung des Beikrautes durch den Flachhüfler am Höchsten (Mücke et al. 2013). Die sehr guten Resultate beim Flachhüfler sind durch seine Wirkungsweise zu erklären: Es wird lockere Erde aus dem Zwischenreihenbereich in die Reihe bewegt und somit kleinere Beikräuter verschüttet.

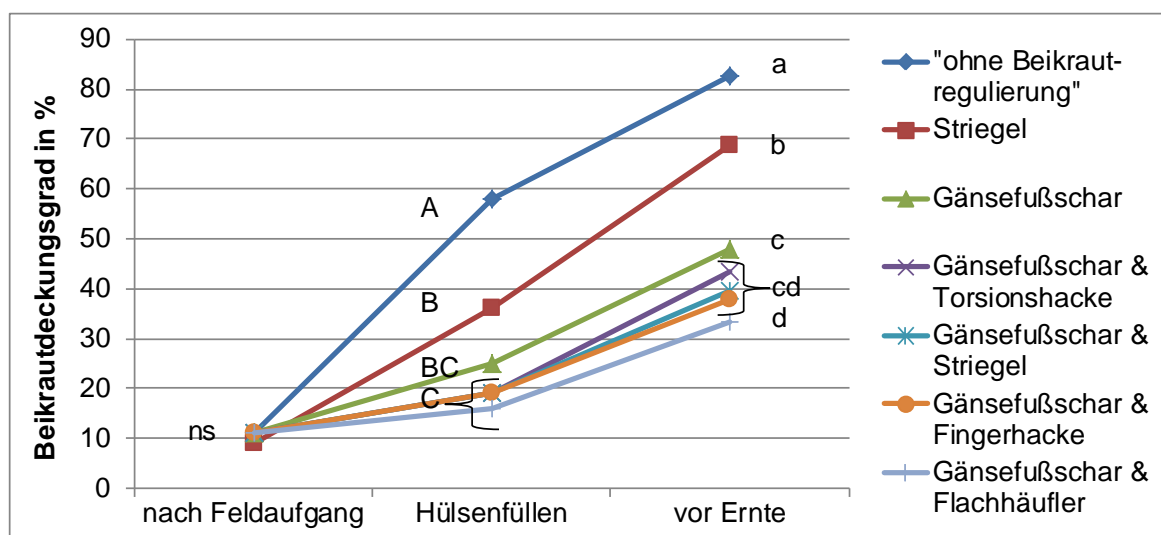


Abb. 1: Deckungsgrad auf Standorten mit hohem Beikrautdruck (Mittel aus 4 Orten); verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK,  $p < 0,05$ ), ns = nicht signifikant

Die Höhe der Kornertträge entspricht etwa den jeweiligen Effekten der Beikrautregulierung. Im Mittel der vier Standorte erreichte die Kontrolle „ohne Beikrautregulierung“, ge-

folgt von der Variante Striegeln solo die signifikant geringsten Erträge mit unter 18 dt/ha (Abbildung 2). Ein signifikant höherer Ertrag als mit Gänsefußscharhacke solo wurde von den Varianten Hacke mit Flachhäufler und Hacke mit Striegel mit etwa 25 dt/ha erzielt.

Die Wirkung der Zusatzwerkzeuge bzw. der Kombination von Gänsefußscharhacke und Striegel fiel aber standort- und witterungsbezogen verschieden aus. Auf den anderen hier nicht näher dargestellten Standorten mit geringerem Beikrautdruck wurde zwar annähernd die gleiche Reihenfolge beim Ertrag wie auf den Standorten mit hohem Beikrautdruck festgestellt, allerdings gab es zwischen den sechs Strategien zur Beikrautbekämpfung keine signifikanten Unterschiede.

Demnach kann eine Gerätekombination den Erfolg der Beikrautregulierung und damit auch den Kornertrag erhöhen. Dies ist wahrscheinlich auf die größere zeitlichere Flexibilität beim Hackeinsatz im Vergleich zum Striegel solo und auf die bessere Regulierung in der Reihe im Vergleich zur Gänsefußscharhacke solo zurückzuführen.

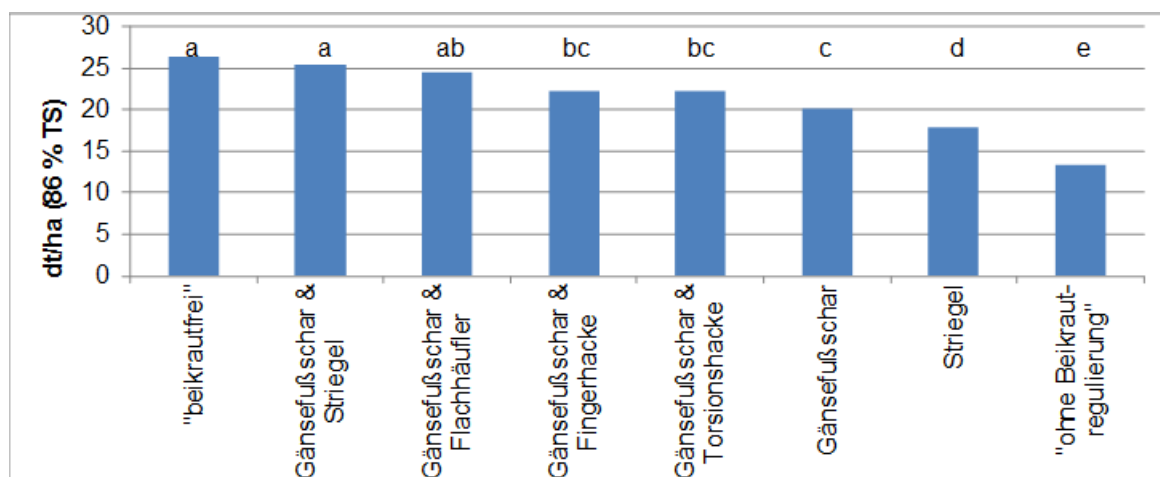


Abb. 2: Kornertrag auf Standorten mit hohem Beikrautdruck (Mittel aus 4 Orten); verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK,  $p < 0,05$ )

## Danksagung und Förderhinweis

Wir möchten uns ganz herzlich bei den Betriebsleitern Josef Brandmair, Johannes Breitsameter, Familie Großmann, Andreas Hatzl, Johannes Kraut, Helmut Steber und bei allen am Forschungsvorhaben beteiligten Kollegen der Bayerischen Landesanstalt bedanken. Ferner danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Förderung.

## Literaturverzeichnis

Braun-Blanquet J (1964): Pflanzensoziologie. Springer, Wien und New York, 3. Auflage, 865 S.

Hiltbrunner J, Luginbühl C, Buchmann U, Herzog C, Hunziger H, Scherrer C (2012): Mechanical control of weeds within the crop row of organically grown soybeans. Julius-Kühn-Archiv 434, 251-256.

Jobst F, Demmel M, Urbatzka P (2013): Ergebnisse einer Umfrage zum Sojaanbau in Bayern. Jahresbericht 2012, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, 74, URL: [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/2\\_iab-jb-2012-24-06.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/2_iab-jb-2012-24-06.pdf).

Mücke M, Seidel K, Meyercordt A (2013): Versuchsbericht Ökologischer Sojabohnenanbau in Niedersachsen. Landwirtschaftskammer Hannover, FB Ökologischer Landbau, URL: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/328/article/21945.html>.

## **Vorstellung des Projektes „Bestimmung des Vorfruchtwertes und der N<sub>2</sub>-Fixierleistung sowie Reduzierung der Bodenbearbeitung beim Anbau von Soja“**

Peer Urbatzka<sup>1</sup>, Jürgen Recknagel<sup>2</sup> und Andreas Butz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

<sup>2</sup> Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg  
E-Mail: [andreas.butz@ltz.bwl.de](mailto:andreas.butz@ltz.bwl.de)

### **Zusammenfassung**

In einem Teil des Vorhabens wird in Feldversuchen die N<sub>2</sub>-Fixierleistung von Soja im Vergleich zu Erbsen über die erweiterte Differenzmethode im ökologischen und konventionellen Landbau geschätzt. Dazu wird über die Nachfrucht Winterweizen die Vorfruchtwirkung dieser Körnerleguminosen und der nichtlegumigen Referenzfrüchte verglichen. Im anderen Teil des Projektes werden im Sojaanbau verschiedene Strategien zur Reduzierung der Bodenbearbeitung in konventioneller Wirtschaftsweise untersucht (Mulchsaat, Streifenbearbeitung (Strip-Till) und Direktsaat). Ziel ist eine Minimierung der Erosionsgefahr.

Da die Feldversuche in den Jahren 2015 bis 2017 durchgeführt werden, liegen zur Tagung noch keine Ergebnisse vor.

### **Abstract**

In one part of the project, the amount of N<sub>2</sub>-fixation of soybeans in comparison to peas will be estimated by use of the extended difference method in field trials under organic and conventional farming. Furthermore, the preceding crop effect of these grain legumes and of the non-legume reference plants will be compared in the subsequent crop winter wheat. In the other part of the project, different strategies for reducing soil cultivation will be examined in soybeans under conventional farming (mulch-till, strip-till, no-till). The goal is to minimize the erosion risks.

There are no results yet, because the field trials will be conducted in 2015 to 2017.

### **Einleitung und Zielsetzung**

In Deutschland ist die Nachfrage nach konventionell und ökologisch angebauten Sojabohnen, die ohne Gentechnik im Inland erzeugt werden, deutlich höher als das Angebot. Soja ist zum einen für die Tierfütterung interessant und nimmt hier aufgrund des hohen Eiweißgehalts und des günstigen Aminosäuremusters eine herausragende Stellung bei den Eiweißfuttermitteln ein. Zum anderen findet Soja zunehmend auch in der menschlichen Ernährung Verwendung.



Leguminosen bereichern die Fruchtfolge und binden atmosphärischen Stickstoff. Dadurch kann im Anbau auf den Einsatz N-haltiger Düngemittel verzichtet werden, Energie wird eingespart und weniger klimarelevantes Kohlendioxid emittiert. Leguminosen bereichern die Fruchtfolge, sie verbessern die Artenvielfalt und haben eine positive Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit. Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Leguminosen als wichtigste N-Quelle essentiell. Auch für die Erreichung der 100 % Öko-Fütterung ist Soja im ökologischen Landbau von besonderer Bedeutung.

Das Vorhaben hat zum Ziel, einen Beitrag zur Schließung von Wissens- und Erfahrungslücken in den Themenbereichen Vorfruchtleistung, N<sub>2</sub>-Fixierung, und Reduzierung der Bodenbearbeitung zur Minimierung des Erosionsrisikos beim Anbau von Soja zu leisten. Die Beantwortung dieser Fragestellungen wird die Genauigkeit der ökonomischen Bewertung des Sojaanbaus verbessern und die Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland im konventionellen und ökologischen Anbau fördern.

## Material und Methoden

In dem Vorhaben sind verschiedene Feldversuche zu den Themenbereichen N<sub>2</sub>-Fixierung und Vorfruchtleistung sowie Reduzierung der Bodenbearbeitung in den Jahren 2015 bis 2017 vorgesehen. Die Versuche zur Fixier- und Vorfruchtleistung werden im ökologischen und konventionellen Landbau (Teil A) und die zur Bodenbearbeitung nur in konventioneller Wirtschaftsweise (Teil B) durchgeführt.

Teil A: Die Feldversuche zur Fixier- und Vorfruchtleistung in ökologischer Wirtschaftsweise finden auf den Standorten Hohenkammer bei Freising, Bayern und Forchheim am Kaiserstuhl, Baden-Württemberg statt; der im konventionellen Landbau wird in Rheinstetten-Forchheim bei Karlsruhe, Baden-Württemberg angelegt. Besonderheit in Rheinstetten-Forchheim (Bodenart IS) ist eine Berechnungsmöglichkeit.

Die N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Sojabohne wird im Vergleich zu Körnererbsen mit der erweiterten Differenzmethode nach Stülpnagel (1982) mit der Erweiterung für den Blattfall nach Hauser (1987) geschätzt:

$$N_{\text{fix}} = (N_{\text{Korn}} + N_{\text{Sproß}} + N_{\text{min-Boden}} + N_{\text{Blattfall}})_{\text{Leguminose}} - (N_{\text{Korn}} + N_{\text{Sproß}} + N_{\text{min-Boden}} + N_{\text{Blattfall}})_{\text{Referenz}}$$

Je Körnerleguminose werden zwei Sorten gesät. Bei Soja wurden Merlin und ES Mentor, bei Erbse Alvesta und Salamanca gewählt. Als Referenzfrüchte dienen Sommergetreide (BW Sommergerste cv. *Grace*, BY Hafer cv. *Aragon*) und Silomais (cvs. *Saludo* und *Ronaldinio*). Zur Schätzung der N<sub>2</sub>-Fixierleistung werden neben dem Kornertrag die Menge an oberirdischen Ernteresiduen, der vorzeitige Blattfall und die N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden zur Aussaat und zur Ernte erhoben. Zur Bestimmung der Vorfruchtwirkung der Körnerleguminosen und der Nicht-Leguminosen wird in der Nachfrucht Winterweizen (öko. cv. *Florian*, konv. cv. *Ambello*) der Ertrag und der Rohproteingehalt erhoben. Im konventionellen Versuch wird die Vorfruchtwirkung der Leguminosen zusätzlich mit Körnermais (cv. *Ferarixx*) verglichen. Nach der Versuchsauswertung werden die Ergebnisse ökonomisch bewertet.

Im Teilvorhaben A werden folgende Fragen geklärt:

1. Wie ist die Vorfruchtwirkung von Soja im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenzkulturen (Erbsen, Sommergetreide (öko.), Mais (öko. und konv.)) in den Sojaanbaugebieten Süddeutschlands auf die praxisübliche Folgekultur Winterweizen im ökologischen (Jobst et al. 2013) und konventionellen Anbau zu bewerten?
2. Wie ist die Gesamtleistung (Ertrag und Vorfruchtwirkung) von Soja im Vergleich zu den vorgenannten Konkurrenzkulturen?
3. Wie hoch ist die N<sub>2</sub>-Fixierleistung von Sojabohnen im Vergleich zu Körnererbsen?

Teil B: Zur Prüfung der Eignung von Mulchsaat, Streifenbearbeitung (Strip-Till) und Direktsaat sowie zur Optimierung einer angepassten Herbizidstrategie im Sojaanbau auf erosionsgefährdeten Standorten, wurde ein Großparzellen-Exaktversuch auf den Versuchsflächen des LTZ auf der Staatsdomäne Stifterhof (Löß über tonigen Sedimenten, erodierte Parabraunerden) angelegt. Auf eine Variante mit wendender Bodenbearbeitung wird verzichtet, weil der gesamte Versuchsbetrieb ohne wendende Bodenbearbeitung bewirtschaftet wird und wendende Bodenbearbeitung auf erosionsgefährdeten Standorten keine nachhaltige Bewirtschaftung darstellt.

Der Exaktversuch wird als 2-faktorieller Systemversuch mit an das jeweilige System angepassten Herbizidstrategien durchgeführt. Bei der Direktsaatvariante soll zudem geprüft werden, ob ein kompletter Herbizidverzicht im konventionellen Sojaanbau möglich ist.

Faktor 1: Bodenbearbeitung und Saat

- Saat 1: Mulchsaat nach abfrierender Zwischenfrucht
- Saat 2: Streifenbearbeitung (Strip Till) nach winterharter Zwischenfrucht
- Saat 3: Direktsaat in Vorfrucht Grünroggen (mit Nutzung der Vorfrucht)
- Saat 4: Direktsaat in gewalzte Vorfrucht Grünroggen (ohne Nutzung der Vorfrucht)

Faktor 2: Herbizidstrategie

Für die Stufen Saat 1 und Saat 2 des 1. Faktors:

- Systemangepasste Herbizide mit Totalherbiziden
- Systemangepasste Herbizide ohne Totalherbizide

Für die Stufen Saat 3 und Saat 4 des 1. Faktors:

- Systemangepasste Herbizide
- Kein Herbizideinsatz

Auf Praxisbetrieben mit reduzierter Bodenbearbeitung im Sojaanbau auf erosionsgefährdeten Standorten werden die vorhandenen Erfahrungen, Probleme und Lösungsansätze durch Befragungen ebenso wie in der Beratung und Forschung erhoben. Dazu werden zur Ernte 2016 und 2017 On-Farm-Versuche auf bis zu drei Betrieben begleitend zum Exaktversuch durchgeführt werden.

Im Teilvorhaben A werden folgende Fragen bearbeitet:

1. Welche Anbausysteme mit reduzierter Bodenbearbeitung sind auf erosionsgefährdeten Standorten in Südwestdeutschland für den Sojaanbau geeignet?
2. Ist eine Unkrautregulierung ohne Einsatz von Totalherbiziden bei reduzierter Bodenbearbeitung im Sojaanbau möglich?
3. Wie ist der Stand der Praxiserfahrungen und -probleme in Deutschland bei reduzierter Bodenbearbeitung von Soja, insbesondere bei Direktsaat?

## **Ergebnisse und Diskussion**

Da das Projekt erst zur Ernte 2015 begonnen hat, liegen für diesen Tagungsband noch keine Ergebnisse vor.

## **Dank und Förderhinweis**

Wir möchten uns ganz herzlich bei Helmut Steber, Betriebsleiter Schlossgut Hohenkammer, Otmar Binder, Landwirt in Forchheim am Kaiserstuhl, Martin Scheuring, Landwirt in Odenheim, sowie bei allen Kollegen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und des Landwirtschaftlichen Technologiezentrums Augustenberg, die zu dem Forschungsvorhaben beitragen, bedanken. Das Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.

## **Literaturverzeichnis**

- Hauser, S. (1987): Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Diss. Univ. Göttingen.
- Jobst, F., Demmel, M., Urbatzka, P. (2013): Ergebnisse einer Umfrage zur Anbautechnik im ökologischen Sojabohnenanbau in Bayern und Österreich. Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 118-121.
- Stülpnagel, R. (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. Z. Acker- und Pflanzenbau (151), 446-458.

# Landnutzungsänderungen in Südamerika für den Anbau von Soja

Birgit Wilhelm

WWF Deutschland  
E-Mail: [birgit.wilhelm@wwf.de](mailto:birgit.wilhelm@wwf.de)

## Zusammenfassung

88 % des Nettoimports an Sojaprodukten in die EU stammt aus Südamerika – hauptsächlich Brasilien und Argentinien. In diesen beiden Ländern belegt die EU um die 30 % der gesamten Soja-Anbaufläche, aber auch in Paraguay und Bolivien wächst der Anbau täglich. Der Zuwachs von Sojaflächen in Südamerika findet größtenteils auf Kosten natürlicher Ökosysteme statt. Für die kontinuierliche Ausweitung des Sojaanbaus mit ökologischen und sozialen Folgen in den Anbauländern ist hauptsächlich der zunehmende Konsum tierischer Produkte, vor allem Fleisch verantwortlich.

## Abstract

The European Union imports 88 % of its soy products from South America, with the majority of soy coming from Brazil and Argentina. Around 30 % of soy production area in both of these countries is dedicated to supplying enough to satisfy consumption demands in the EU. Soybean production area is also steadily expanding in Paraguay and Bolivia. In South America, soy cultivation is mainly encroaching on areas of high biodiversity and therefore linked to severe environmental and social issues in these countries. Europe's hunger for meat is the main driver behind the continuous expansion of soy production in these countries.

## Einleitung und Zielsetzung

Soja ist eiweiß- und energiereich und spielt eine Schlüsselrolle in der weltweiten Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln. Doch die Ausdehnung des Sojaanbaus bringt erhebliche Folgen mit sich. Die Umwandlung von Millionen Hektar an Waldflächen, Grasland und Savannen in Ackerflächen ist eine zum Teil direkte, zum Teil indirekte Folge der massiven globalen Ausweitung der Sojaproduktion.

Bei der Einführung der Eiweißpflanzenstrategie der Bundesregierung wurde die „Rodung von Primärwäldern“ in Südamerika, für den Anbau von Soja aus u. a. Umwelt-, Biodiversitäts- und Klimaschutzgründen, als nicht akzeptabel beurteilt und als ein Spannungsfeld definiert, dass im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie besteht. Im Folgenden soll aufgezeigt werden, was sich seither verändert hat, wie die Situation in Südamerika sich heute darstellt und welchen Zusammenhang zwischen der Tierfütterung in Europa und dem Anbau von Soja in Südamerika besteht.

## Ergebnisse und Diskussion

Für die kontinuierliche Ausweitung des Sojaanbaus mit ökologischen und sozialen Folgen in den Anbauländern ist der zunehmende Fleischkonsum verantwortlich (WWF 2014, S. 14). In Deutschland werden jährlich ca. 4,5 Mio t Soja an Nutztiere verfüttert und Deutschland ist damit einer der größten Abnehmer von Soja innerhalb der Europäischen Union und belegt eine Anbaufläche in Südamerika von ca. 2,6 Mio Hektar (Gesamtfläche des Bundeslandes Hessen). In Deutschland werden ca. 0,4 - 0,8 Mio. Tonnen (ca. 10 - 20 %) des importierten Sojaschrots an Milchkühe (Stopp A. et al, 2013), ca. 2,35 Mio Tonnen an Schweine (Griep W., 2014) und ca. 1,4 Mio Tonnen an Geflügel (Bellof G., 2013) verfüttert. Die spezialisierte Tierproduktion in Europa ist seit Jahren abhängig von regelmäßigen Sojaimporten aus Südamerika.

88 % des Nettoimports an Sojaprodukten in die EU stammt aus Südamerika – hauptsächlich Brasilien und Argentinien (von Witzke, Noleppa und Zhirkova, 2011). In diesen beiden Ländern belegt die EU um die 30 % der gesamten Soja-Anbaufläche, aber auch in Paraguay und Bolivien wächst der Anbau täglich. Der Zuwachs von Sojaflächen in Südamerika findet größtenteils auf Kosten natürlicher Ökosysteme statt. Von 2000 bis 2010 wurden 24 Millionen Hektar Land in Südamerika umgewandelt: im selben Zeitraum wurde die für den Sojaanbau genutzte Fläche um 20 Millionen Hektar erweitert (WWF, 2014).

1963 wurden weltweit ca. 27 Mio Tonnen Soja produziert (Bruinsma, J., 2009). In den letzten zwanzig Jahren ist die Sojaproduktion weltweit von 115 Mio Tonnen (1993) auf 276 Mio Tonnen (2013) (FAOSTAT, 2013) gestiegen. Diese Produktionssteigerungen sind hauptsächlich auf die Flächenausweitung zurückzuführen. Insgesamt werden heute auf einer Fläche von einer Million Quadratkilometern Sojabohnen angebaut – das entspricht der Gesamtfläche von Frankreich, Deutschland, Belgien und den Niederlanden zusammen (WWF, 2014). Folgende Flächen mit hoher Artenvielfalt in Südamerika sind besonders betroffen (Abbildung 1).

Die Gesetzgebungen in den Erzeugerländern sind oftmals nicht ausreichend, bzw. die Gesetze werden unzureichend umgesetzt. Das „Soja-Moratorium“ wird als gutes Beispiel für den Schutz von Urwaldflächen hervorgehoben. Diese freiwillige Selbstverpflichtung schützt aber nur Flächen im brasilianischen Amazonasgebiet. Damit sind alle Flächen außerhalb Brasiliens, bzw. auch die Flächen in Abbildung 2 nicht geschützt. Seit der Diskussion um das neue Waldgesetz in Brasilien steht das – nur noch bis Mai 2016 gültige – „Soja-Moratorium“ immer wieder auf der Kippe und die Abholzungsraten steigen wieder an (WWF, 2014, S. 40). Alle Bemühungen das Moratorium auf andere Flächen (und andere Länder) mit hoher Artenvielfalt zu erweitern sind gescheitert. Innerhalb von nur zwei Jahren (2010 - 2012) wurden in Argentinien, Paraguay und Bolivien eine halbe Millionen Hektar natürlicher Vegetation gerodet und Soja angebaut.



Abb. 1: Landschaften mit hoher Biodiversität, die durch die Ausweitung des Sojaanbaus gefährdet sind (WWF, 2014)

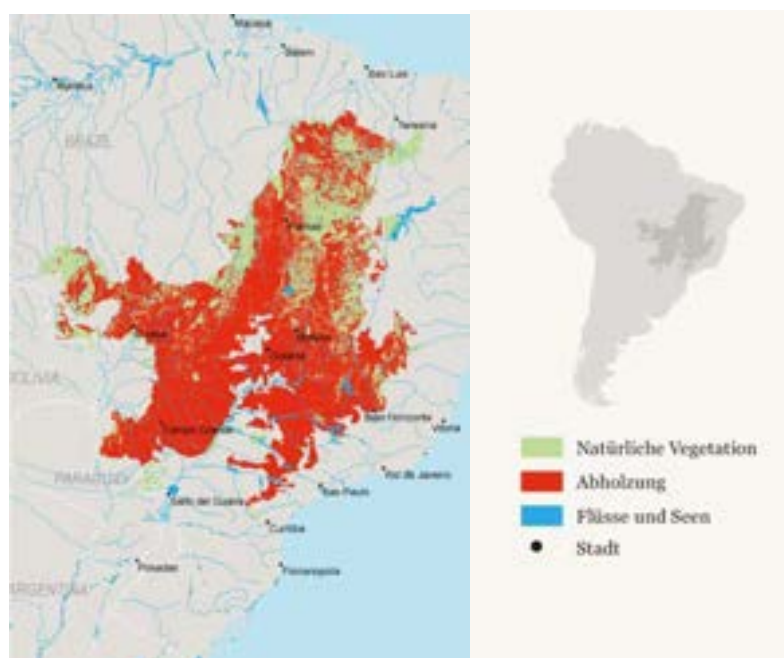


Abb. 2: Abholzung im Cerrado (Brasilien) von 1988 bis 2010, (WWF, 2014)

## Schlussfolgerung

Europa hat seine Futtermittelflächen ausgelagert. Es werden Futtermittel (v. a. Soja) importiert, die unter Bedingungen angebaut werden, die in keiner Weise den Kriterien der „guten fachlichen Praxis“ entsprechen. Für den Import von Biokraftstoffen in die EU müssen Mindestkriterien eingehalten werden. Es ist notwendig generelle Mindestanforderungen für Soja – insbesondere in Bezug auf Landnutzungsänderungen – einzuführen, egal ob es auf dem Teller, im Tank oder im Futtertrog landet.

Gleichzeitig ist in Europa ein Umdenken in der Tierhaltung notwendig. Eine Tierbesatzdichte, die sich an den notwendigen Flächen für das Futter entsprechend der gehaltenen Tiere orientiert, hätte viele Vorteile. Aber auch in den Futterrationen gibt es bereits jetzt weitreichendes Einsparungspotential von Soja und die Möglichkeit in relevantem Umfang heimische Eiweißträger einzusetzen (Stopp et al., 2013, Griep, 2014 und Bellof und Weindl, 2013). Bei einer erfolgreichen Umsetzung der Eiweißpflanzenstrategie stehen bald zusätzliche Alternativen zu Soja aus der heimischen Produktion zur Verfügung.

## Literaturverzeichnis

Bellof G. und Weindl P. (2013): Der Futtermittelreport – Alternativen zu importierten Sojaerzeugnissen in der Geflügelfütterung, WWF Deutschland, Berlin.

Bruinsma, J. (2009): The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on “How to Feed the World in 2050”. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department, Rome, Italy.

FAOSTAT (2013): Production of soybean (world) 1993 - 2013. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (Zugriff 23.09.2015).

Griep W. (2014): Der Futtermittelreport – Alternativen zu importierten Sojaerzeugnissen in der Schweinefütterung, WWF Deutschland, Berlin.

Stopp A. et al. (2013): Der Futtermittelreport – Alternativen zu Soja in der Milchviehfütterung, WWF Deutschland, Berlin.

Witzke H. von, Noleppa S. und Zhirkova I. (2011): Fleisch frisst Land, WWF Deutschland, Berlin.

WWF (2014). The Growth of Soy: Impacts and Solutions. WWF International, Gland, Switzerland.

## Vollständiger Ersatz von importiertem Sojaextraktionsschrot durch Erbsen, Rapsextraktionsschrot und Sojabohnen bei weiblichen Mastschweinen

Bernhard Zacharias<sup>1</sup>, Siegmar Benz<sup>2</sup>, Marion Hennig<sup>3</sup>,  
Hansjörg Schrade<sup>1</sup>, Tanja Zacharias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ) Boxberg

<sup>2</sup>Kraichgau Raiffeisen Zentrum eG

<sup>3</sup>Hamburger Leistungsfutter GmbH

E-Mail: [bernhard.zacharias@lsz.bwl.de](mailto:bernhard.zacharias@lsz.bwl.de)

### Zusammenfassung

Im vorliegenden Versuch wurde in Rationen für weibliche Mastschweine 19 % Sojaextraktionsschrot in der Vormast (30 kg bis 80 kg) und 15 % in der Endmast (80 kg bis 120 kg) durch einen Ergnzer auf Basis von Erbsen, Rapsextraktionsschrot und vollfetten Sojabohnen aus Südwestdeutschland ersetzt. Der Ergnzer wurde so konzipiert, dass der Energie (ME)- und Lysinbedarf wachsender Schweine gedeckt war (GfE, 2006). Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan wurden synthetisch supplementiert, um ein Verhält­nis von Lysin zu den nachfolgenden Aminosäuren von 1 : 0,55 : 0,65 : 0,18 zu erreichen. Das Verhält­nis von Lysin : Energie lag bei 0,77 in der Vormast und 0,72 in der Endmast. Es konnte kein Effekt der eingesetzten Rationen auf die Mastleistungen und die Schlachtkorperzusammensetzung der Tiere festgestellt werden. Somit können Erbsen, Rapsextraktionsschrot und vollfette Sojabohnen aus Deutschland ohne nachteilige Effekte bei weiblichen Mastschweinen eingesetzt werden, wenn die Rationen gleichzeitig mit synthetischen Aminosäuren ergänzt werden.

### Abstract

The effect of diets based on soybeans, peas and rapeseed meal grown in crop systems of South-West-Germany on the performance of female finishing pigs was evaluated as compared to diets based on imported soybean meal. 19 % of soybean meal was replaced by a protein concentrate in the starter diets (30 kg to 80 kg) and 15 % in the finisher diets (80 kg to 120 kg) respectively. The protein concentrate was formulated to meet the requirement of energy (ME) and lysine for growing pigs (GfE, 2006) using peas, rapeseed meal and soybeans (full fat, toasted). Lysine, methionine, threonine and tryptophan were supplemented to meet a ratio of 1 : 0,55 : 0,65 : 0,18 in all diets. The lysine to energy ratio was adjusted to 0,77 in the starter diets and 0,72 in the finisher diets respectively. No effect of the diets neither on feed intake and growth performance nor on carcass characteristics could be detected. We conclude therefore that soybeans, peas and rape seed meal from Germany can be used in diets for growing pigs without negative impact on the performance and carcass characteristic of female pigs as long as synthetic amino acids are provided.



## Einleitung und Zielsetzung

Der Import von Sojaextraktionsschrot aus Nord- und Südamerika ist vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Lebens- und Futtermittelproduktion und zunehmenden Bedenken der Verbraucher gegenüber gentechnisch veränderten Organismen in die Diskussion geraten (Font-i-Furnols, M., et al. 2014).

Gleichzeitig rücken heimische Körnerleguminosen, die als Proteinträger in Frage kommen, wieder in den Mittelpunkt des Interesses. Deshalb wurde an der Landesanstalt für Schweinezucht in Boxberg geprüft, ob in den eingesetzten Standardrationen für Mastschweine importiertes HP-Sojaextraktionsschrot (GVO-frei) durch heimische vollfette Sojabohnen, Erbsen und Rapsextraktionsschrot ersetzt werden kann.

## Material und Methoden

Für den Versuch wurde in Zusammenarbeit mit dem Raiffeisen Kraftfutterzentrum in Eppingen ein Ergänzungsfuttermittel konzipiert, das im Energiegehalt und dem Gehalt an Lysin, Methionin und Cystein, Threonin sowie Tryptophan der Zusammensetzung von HP-Sojaextraktionsschrot entspricht.

Die Zusammensetzung des Ergänzers zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: *Inhaltsstoffe des Ergänzungsfutters (alle Werte auf 88 % Trockensubstanz bezogen)*

	<b>g/kg</b>
Erbsen, getoastet	270
Sojabohnen, vollfett, getoastet	180
Rapsextraktionsschrot (unbehandelt oder als Wisan®-Raps)	396
Maiskleber	127,7
L-Lysin-HCL (78 %)	18,6
DL-Methionin (100 %)	0,5
L-Tryptophan (100 %)	2,7
L-Threonin (100 %)	4,5

In dem Ergänzungsfutter wurde neben getoasteten Erbsen und getoasteten vollfetten Sojabohnen (Erbsofit®) auch Rapsextraktionsschrot in zwei Varianten verwendet. Das Rapschrot wurde einmal nach dem Wisan®-Verfahren behandelt und einmal als unbehandelte Ware eingesetzt. Anschließend wurde der Ergänzer sowohl in der Vor- als auch in der Endmast im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in die Rationen eingemischt. Tabelle 2 zeigt die eingesetzten Rationen und die berechneten Inhaltsstoffe. Die Rationen mit Ergänzer weisen einen niedrigeren Proteingehalt als die Rationen mit Sojaextraktionsschrot auf, da der Proteingehalt in den eingesetzten einheimischen Proteinträgern gegenüber HP-Sojaextraktionsschrot geringer ist. Um dennoch eine Vergleichbarkeit der Ratio-

nen zu gewährleisten, wurde ein einheitliches Lysin : Energie-Verhältnis eingestellt und die Aminosäuren Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan in der Ration mit Ergänzern entsprechend angeglichen. Für den Fütterungsvergleich wurden 375 weibliche Masttiere in 3 Gruppen mit jeweils 125 Tieren im Gewichtsabschnitt von 30 kg bis 120 kg eingesetzt. Von allen Tieren wurden Parameter der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität erfasst. Die Auswertung der Daten erfolgte über ein lineares Modell mit dem Futter als festem Faktor in 3 Stufen (Kontrollration mit GVO-freiem Importsoja, Versuchsration mit Ergänzungsfutter und unbehandeltem Rapsschrot, Versuchsration mit Ergänzungsfutter und Rapsschrot mit Wisan®-Behandlung). Als zufälliger Effekt wurde die Aufstallung der Tiere innerhalb einer Bucht über eine Kovarianzmatrix mit autoregressiver Struktur berücksichtigt. Zusätzlich gingen das Einstallgewicht und das Mastendgewicht als Kovariablen in das Modell ein. Als Signifikanzschranke wurde ein Wert von  $p < 0,05$  festgelegt. Die Ergebnisse sind als Least Square Means (LS-Means) angegeben.

Tab. 2: Zusammensetzung der Rationen und berechnete Inhaltsstoffe

Futtermittel, %	Vormast		Endmast	
	Ration mit Sojaschrot*	Ration mit Ergänzungsfutter	Ration mit Sojaschrot*	Ration mit Ergänzungsfutter
Gerste	17,5	17,5	59,5	59,5
Weizen	59	59	22	22
Sojaextraktionsschrot (HP)	19	-----	15	-----
Ergänzungsfutter	-----	19	-----	15
Rapsöl	1,5	1,5	1,0	1,0
Mineralfutter	3	3	2,5	2,5
berechnete Inhaltsstoffe:				
ME, MJ/kg	13,3	13,2	12,8	12,8
Rohprotein, g/kg	166	146	152	136
Rohfaser, g/kg	33	35	41	44
Rohfett, g/kg	31	37	27	32
Lysin, g/kg	10,2	10,3	9,2	9,2
Methionin+Cystein, g/kg	6,24	6,24	5,83	5,83
Threonin, g/kg	6,51	6,42	5,98	5,98
Tryptophan, g/kg	2,11	2,11	1,96	1,96
Lysin : ME, 1 :	0,77	0,78	0,72	0,72
Lys : Met+Cys : Thr : Trp, 1:	0,61:0,64:0,21	0,61:0,62:0,20	0,63:0,65:0,21	0,63:0,65:0,21
Phosphor, g/kg	4,4	4,6	6,4	6,5
Calcium, g/kg	7,5	7,7	4,9	5,1

\*GVO-frei

## Ergebnisse und Diskussion

Die Mastleistungen sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Schlachtleistungen und Fleischqualitätsmerkmale zeigt Tabelle 4. Die Werte der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität lagen durchwegs auf hohem Niveau. Rationsbedingte Unterschiede waren nicht festzustellen ( $p > 0,05$ ). Dies zeigt zunächst, dass importiertes Sojaextraktionsschrot ohne nachteilige Wirkungen auf die Leistungen im Stall oder auf die Schlachtkörperqualität durch Proteinträger ersetzt werden kann, die aus heimischem Anbau kommen. Eine Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren ist jedoch erforderlich. Ob neben den bereits ergänzten Aminosäuren noch weitere Aminosäuren zugesetzt werden müssen, sollte in nachfolgenden Versuchen nochmals geprüft werden, da beim IMF-Gehalt und dem Speckmaß statistisch zwar nicht absicherbar, aber tendenziell feststellbar höhere Werte auftraten, wenn heimische Proteinträger verfüttert wurden. Gleichzeitig war das Fleischmaß tendenziell erniedrigt. Speckmaß und Fleischmaß werden wesentlich von einer bedarfsgerechten Aminosäurenversorgung bestimmt, die neben dem absoluten Aminosäuregehalt in der Ration von der Verfügbarkeit der Aminosäuren abhängt (NRC, 2012). Für eine optimale Aminosäurenverfügbarkeit wird von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie auf Basis der praecaecalen Verdaulichkeiten ein Verhältnis von Lysin : Methionin und Cystein : Threonin und Tryptophan von 1 : 0,53-0,56 : 0,63-0,66 : 0,18 angegeben (GfE, 2006). Allerdings muss neben diesem Verhältnis der erstlimitierenden Aminosäure Lysin zu den genannten Aminosäuren auch das Verhältnis weiterer Aminosäuren zum Lysin beachtet werden (Castell et al., 1994).

Tab. 3: Mastleistungen (LS-Means  $\pm$  Standardfehler)

	Ration mit Sojaschrot*	Ration mit Ergänzungsfutter, Rapsschrot unbehandelt	Ration mit Ergänzungsfutter, Rapsschrot Wisan® behandelt	p-Wert
Zunahmen Gesamt, g/Tag	880 $\pm$ 15,6	884 $\pm$ 15,4	876 $\pm$ 15,6	0,933
Zunahmen Vormast, g/Tag	925 $\pm$ 22,7	940 $\pm$ 22,6	950 $\pm$ 22,7	0,746
Zunahmen Endmast, g/Tag	834 $\pm$ 12,8	815 $\pm$ 12,2	799 $\pm$ 12,5	0,177
Mastdauer, Tage	103 $\pm$ 1,65	103 $\pm$ 1,62	103 $\pm$ 1,64	0,955
Futtermittelnutzung Gesamt, 1:	2,82 $\pm$ 0,01	2,86 $\pm$ 0,02	2,83 $\pm$ 0,01	0,181
Futtermittelnutzung Vormast, 1:	2,39 $\pm$ 0,04	2,48 $\pm$ 0,04	2,37 $\pm$ 0,04	0,147
Futtermittelnutzung Endmast, 1:	3,39 $\pm$ 0,05	3,35 $\pm$ 0,05	3,47 $\pm$ 0,05	0,343

\*GVO-frei

Tab. 4: Inhaltsstoffe des Ergänzungsfutters (alle Werte auf 88 % Trockensubstanz bezogen)

	Ration mit Sojaschrot*	Ration mit Ergänzungsfutter, Rapsschrot unbehandelt	Ration mit Ergänzungsfutter, Rapschrot Wisan® behandelt	p-Wert
Schlachtgewicht, kg	96,3 ± 0,20	96,7 ± 0,19	96,5 ± 0,19	0,306
Schlachalter, Tage	178 ± 1,58	178 ± 1,55	178 ± 1,57	0,968
Ausschlachtung, %	79,7 ± 0,16	80,0 ± 0,16	79,9 ± 0,16	0,328
Muskelfleischanteil, %	59,8 ± 0,47	58,9 ± 0,47	59,0 ± 0,47	0,370
Speckmass, mm	14,1 ± 0,48	14,9 ± 0,48	14,8 ± 0,48	0,447
Fleischmass, mm	66,3 ± 0,47	65,2 ± 0,46	65,4 ± 0,47	0,254
Schlachtkörperlänge, cm	102 ± 0,23	102 ± 0,22	101 ± 0,23	0,177
pH 1 Kotelett	6,48 ± 0,02	6,46 ± 0,02	6,45 ± 0,02	0,556
pH 2 Schinken	5,49 ± 0,02	5,49 ± 0,02	5,48 ± 0,02	0,901
LF2 Kotelett	2,91 ± 0,14	2,83 ± 0,14	3,01 ± 0,14	0,645
Fleischhelligkeit (Opto)	77,1 ± 1,19	75,0 ± 1,17	76,0 ± 1,18	0,471
Tropfsaftverlust, %	1,55 ± 0,17	1,79 ± 0,16	1,84 ± 0,17	0,443
IMF, %	1,52 ± 0,09	1,70 ± 0,09	1,61 ± 0,09	0,387

\*GVO-frei

## Literaturverzeichnis

Castell, A. G., Cliplef, R. L., Poste-Flynn, L. M., Butler, G., 1994. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine : energy ratio. Canadian Journal of Animal Science, 74: 519-528.

Font-i-Furnols, M., Guerrero, L., 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. Meat Science, 98: 361-371.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags-GmbH.

NRC (National Research Council), 2012. Proteins and amino acids. In: Nutrient Requirements of Swine, National Academies Press, 15-45.