

## Stand des Wissens und Ableitung des Forschungsbedarfes für eine nachhaltige Produktion und Verwertung von Ackerbohne und Erbse

State of knowledge and analysis of research needs for sustainable production and utilization of field bean and pea

FKZ: 12NA118

**Projektnehmer:**

Fachhochschule Südwestfalen  
Standort Soest, Fachbereich Agrarwirtschaft  
Lübecker Ring 2, 59494 Soest  
Tel.: +49 2921 378-211  
Fax: +49 2921 378-200  
E-Mail: [agrar@fh-swf.de](mailto:agrar@fh-swf.de)  
Internet: <http://www4.fh-swf.de/>

**Autoren:**

Zerhusen-Blecher, Petra; Schäfer, Bernhard C.

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft (BÖLN)

Fachhochschule  
Südwestfalen

University of Applied Sciences



Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft,  
Lübecker Ring 2, 59494 Soest

## **Stand des Wissens und Ableitung des Forschungsbedarfes für eine nachhaltige Produktion und Verwertung von Ackerbohne und Erbse**

**FKZ: 2812NA118**

Laufzeit: 08.04.2013 bis 06.05.2013

### **Projektnehmer:**

Fachhochschule Südwestfalen,  
Lübecker Ring 2, 59494 Soest

Tel.: +49 2921 378-211

E-Mail: [schaefer.bernhard-carl@fh-swf.de](mailto:schaefer.bernhard-carl@fh-swf.de)

Internet: <http://www4.fh-swf.de/de/home/>

### **Autoren:**

Petra Zerhusen-Blecher,  
Bernhard C. Schäfer

Soest, im Mai 2013

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucher-  
schutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere  
Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
1.1	Gegenstand des Vorhabens .....	1
1.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes.....	2
1.3	Vorgehensweise .....	3
2	Forschungsfeld „Gesunde und nachhaltige Humanernährung“ .....	5
3	Forschungsfeld „Nachhaltige Eiweißversorgung in der tierischen Erzeugung“ .....	8
3.1	Bewertungsgrundlagen .....	8
3.1.1	Futtermitteldatenbank / Analytik .....	8
3.1.2	Fütterungsversuche / Leistungsprüfungen .....	9
3.1.2.1	Wiederkäuer (Milchvieh) .....	9
3.1.2.2	Monogastrier.....	10
3.2	Wertoptimierende Verarbeitungstechnologie .....	17
3.3	Zusätzliche Wertschöpfungspotenziale.....	18
4	Forschungsfeld „Kaskadische Nutzung im Non-Food- Bereich“ .....	19
4.1	Optimierung der Flächennutzungseffizienz.....	19
4.2	Potenziale der stofflichen Nutzung .....	19
5	Forschungsfeld „Pflanzliche Produktivität“ .....	21
5.1	Optimierung der genetischen Ertrags- und Qualitätspotenziale (Züchtung).....	21
5.1.1	Ackerbohnen .....	23
5.1.1.1	Hybridzüchtung:.....	24
5.1.1.2	Winterhärte .....	25
5.1.1.3	Trockenstress-Toleranz .....	28
5.1.1.4	Wertbestimmende Inhaltsstoffe .....	28
5.1.2	Erbsen.....	29
5.1.2.1	Winterfestigkeit .....	29
5.1.2.2	Entwicklung virusresistenter Erbsen .....	32
5.1.2.3	Wertbestimmende Inhaltsstoffe bei Ackerbohnen und Erbsen .....	32
5.2	Optimierung der pflanzlichen Erzeugung (Pflanzenbau).....	35
5.2.1	Mischfruchtanbausysteme.....	36
5.2.1.1	Gemengeanbau .....	36
5.2.1.2	Untersaaten in Ackerbohnen und Erbsen .....	41
5.2.1.3	Ackerbohnen und Erbsen als Beisat/Untersaat oder Zwischenfrucht bzw. zur Ganzpflanzenernte .....	43
5.2.2	Pflanzenschutz .....	46
5.2.2.1	Schadinsekten .....	46

5.2.2.2 Pilzliche und bakterielle Erreger sowie Virosen .....	48
5.2.2.3 Unkräuter .....	51
5.2.3 Pflanzenernährung, Düngung .....	52
6 Forschungsfeld „Ressourcenschutz“ .....	57
6.1 Bodenfruchtbarkeit (Boden und Wasser) .....	57
6.2 Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft.....	64
6.3 Mitigation und Adaption an den Klimawandel .....	64
7 Forschungsfeld „Sozioökonomie“ .....	66
7.1 Systemorientierte Kosten-Leistungsrechnung .....	66
7.2 Gesellschaftliche Bewertung.....	69
7.3 Marktentwicklung .....	69
8 Zukünftiger Forschungsbedarf.....	70
9 Zusammenfassung.....	91
10 Literatur .....	93
11 Anhang.....	1
A1 Übersicht über die in 2012 durchgeführten Landessortenversuche bzw. Sortenversuche bei Ackerbohnen und Körnererbsen in den Bundes- ländern Deutschlands (konventionell (konv.) und ökologisch (öko)).....	106
A2 Auflistung der in den Bundesländern abrufbaren sowie bei der UFOP verfügbaren Praxisinformationen zu Ackerbohnen und Körnererbsen.....	107
A3 Kurzdarstellung der erzielten Ergebnisse bzw. die formulierten Ziel- setzungen der in der Status-Quo-Analyse dargestellten Projekte.....	109

### **Verzeichnis der Abbildungen:**

Abb. 1: Zuchtprogramme für Körnerleguminosen in Europa ..... (Stand Februar 2013), (SASS 2013).....	23
Abb. 2: Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Ackerfläche (ha) in..... Deutschland 2011 und der Anteil (%) der mit Hülsenfrüchten (Acker- bohnen, Lupinen, Futtererbsen), Feinleguminosen und Gemenge ..... bestellten konventionell und ökologisch bewirtschafteten Fläche, ..... Deutschland 2011 (AMI 2013).....	73

### **Verzeichnis der Tabellen:**

Tab. 1: Übersicht der Wintererbsengenotypen .....	31
Tab. 2: Anbaugeogramm Gemenge im Beraterrundbrief (HOF-KAUTZ ET AL. O.J.) .....	38
Tab. 3: Übersicht der Wintererbsengenotypen (URBATZKA ET AL. 2008).....	39
Tab. 4: Berechnungsschema zur ökonomischen Auswertung von System-..... versuchen (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006) .....	67
Tab. 5: Mindestens notwendiger Leguminosenertrag in erweiterten, pfluglos .....	
bestellten Fruchtfolgen im Vergleich zum Referenzsystem winter- .....	
getreidebetonte Fruchtfolge mit Pflug bei durchschnittlichen und .....	
20 % höheren Weizenpreisen, 2003 – 2005 .....	
(SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006).....	68
Tab. 6: Umfrage bei den Nichtproduzenten von Körnerleguminosen in Europa .....	
(Deutschland, Belgien, Spanien: Kastilien und Leon + Navarra, Schweiz). .....	
Wirtschaftliche und technische Gründe für die mangelnde Bereitschaft .....	
zum Anbau von Körnerleguminosen (Auszug) (CHARLES ET AL. 2007).....	71
Tab. 7: Anteil des Ökologischen Landbaues an der Bodennutzung für Legu-.....	
minosen in Deutschland im Jahr 2011 (Auszug) (AMI 2013).....	73
Tab. 8: Zusammenstellung und Priorisierung des aktuellen Forschungsbedarfs .....	
bei Ackerbohnen und Körnererbsen.....	75
Tab. 9: Handlungsbedarf im Bereich Wissenstransfer, Beratung und Politik .....	
bei Ackerbohnen und Körnererbsen.....	89

**Verzeichnis der Abkürzungen:**

BLE	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BÖL	Bundesprogramm Ökologischer Landbau
BÖLN	Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
DAFA	Deutsche Agrarforschungsallianz
EH	Entscheidungshilfebedarf
FNR e.V.	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
HS	Hochschulforschung
UFOP e.V.	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
UM	Forschung im Umweltschutz

# 1 Einführung

## 1.1 Gegenstand des Vorhabens

Der Anbau von Ackerbohnen und Erbsen dient aufgrund seiner vielfältigen positiven Leistungen in Agrarökosystemen im hohen Maße einer nachhaltigen Landwirtschaft. Diese positiven Leistungen sind der hohe Vorfruchtwert, die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, der Nährstoffeffizienz und der Kohlenstoff- und Energiebilanzen. Ebenso gehören sowohl die Minderung von Treibhausgasemissionen als auch die Möglichkeiten zur Adaptation an den Klimawandel sowie die Erhöhung der Biodiversität in Agrarlandschaften dazu. Diese Wirkungen entstehen ausschließlich am Ort des Anbaus und sind somit durch Leguminosenimporte nicht zu erreichen.

Dem gegenüber ist der Anbau von Körnerleguminosen in der Bundesrepublik Deutschland seit dem Jahr 1998 von ca. 225 Tha auf ca. 79 Tha im Jahr 2012 gefallen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2012). Die Ursachen dafür sind vielfältig und verstärken sich gegenseitig. Kostengünstige Futtermittel wie Getreide, Mais, Raps oder importiertes Sojaschrot senken die Nachfrage nach einheimischen Körnerleguminosen. Durch diese geringe Nachfrage wurden die Zuchtprogramme für Leguminosen bis auf wenige eingestellt, so dass sich der Zuchtfortschritt verlangsamt. Zusätzlich ist die Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel in Körnerleguminosen sehr unbefriedigend.

Die thematisch effektive Vernetzung zwischen der Agrarforschung, der landwirtschaftlichen Praxis und den Vertretern aus allen Bereichen der Wertschöpfungsketten im Food-, Feed- und Non-Food-Bereich kann eine Trendwende hin zu einer nachhaltigen Ausdehnung der Anbauflächen für Leguminosen in Deutschland und Europa ermöglichen.

Zwischen 1986 und 2010 wurden „im Geschäftsbereich des BMELV 136 Vorhaben zum Thema Eiweißpflanzen gefördert, davon 93 im Bereich der pflanzlichen Erzeugung, 18 im Bereich der tierischen Erzeugung und 25 im Zusammenhang mit der stofflichen Nutzung von Biomasse“ (DAFA 2012). Ziel der geförderten Forschungsvorhaben war es, den Wissensstand über diese Kulturen zu erweitern, einen Beitrag für die Entwicklung des ökologischen Landbaus und nachhaltiger Landwirtschaft zu leisten und die gewonnenen Erkenntnisse und Fortschritte im Anbau und der Nutzung legumer Fruchtarten für die Praxis bereit zu stellen. Der erreichte Kenntniszuwinn konnte den Abwärtstrend des Leguminosenanbaus allerdings nicht aufhalten. Die Wirtschaftlichkeit anderer Kulturen war bzw. ist aus Sicht vieler Betriebe und der Beratung zu groß.

Die Deutsche Agrarforschungsallianz hat im Mai 2012 unter dem Titel „Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen“ eine Forschungsstrategie veröffentlicht. Nach einer der Kernüberlegungen dieses Papiers ist es nicht ausreichend, weiter fragmentiert in einzelnen Projekten zu Leguminosen zu forschen und davon auszugehen, dass diese Vielzahl der Einzelergebnisse zu einer Trendwende in Anbau und Verwertung von Leguminosen führt.

Stattdessen soll eine systemisch konzipierte Forschung kohärente Forschungsfragen aufgreifen, damit die Leguminosen am Markt zukünftig eine selbsttragende Wettbewerbsfähigkeit entwickeln können (DAFA 2012).

Als Kernpunkte der Eiweißpflanzenstrategie des BMELV (2012) vom 27. November 2012 wurden folgende vier Punkte formuliert:

- die Verringerung der Wettbewerbsnachteile heimischer Eiweißpflanzen
- das Schließen von Forschungslücken
- die Demonstration von nötigen Maßnahmen in der Praxis auf der Grundlage der Erkenntnisse aus der bisherigen Forschung
- die Anwendung agrarpolitischer Instrumente z.B. attraktive Agrarumweltmaßnahmen (AMU) und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik nach 2013.

Darüber hinaus wird die Notwendigkeit für eine verstärkte Förderung der anwendungsorientierten und angewandten Forschung an Eiweißpflanzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette gesehen, um den Wettbewerbsnachteil gegenüber anderen landwirtschaftlichen Kulturen zu verringern.

## **1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes**

In der vorliegenden Status-Quo-Analyse für die beiden in fast allen Bundesländern anbauwürdigen Körnerleguminosenarten Ackerbohne (*Vicia faba*) und Erbse (*Pisum sativum*) wurden aktuelle Forschungsergebnisse und –projekte zusammengestellt. Dabei wurde der Schwerpunkt der Auswertung auf die im Rahmen der BLE-Projektträgerschaft geförderten Vorhaben im EH/HS, UM, BÖL/BÖLN und im Innovationsprogramm gelegt. Zusätzlich ausgewählte Ergebnisse aus Projekten der UFOP und der FNR ergänzen die Studie.

Ziel ist, einerseits in Zukunft Doppelforschung zu verhindern und andererseits evtl. vorhandene Defizite in der Forschung und Wissenslücken in Anbau und Verwertung von Körnerleguminosen entlang der Wertschöpfungskette aufzuzeigen.

Mit der Studie wird dadurch zusätzlich zu den schon in der DAFA-Forschungsstrategie (2012) aufgeführten Hinweisen ein weiterer wichtiger Beitrag für den Wissenstransfer in die Praxis geleistet. Damit wird die Eiweißpflanzenstrategie des BMELV (2012) für diese beiden Eiweißpflanzen auf eine breite solide Wissensbasis gestellt.



### 1.3 Vorgehensweise

Der Aufbau der vorliegenden Studie orientiert sich an der Gliederung der DAFA-Forschungsstrategie (2012) mit den sechs Forschungsfeldern „Gesunde und nachhaltige Humanernährung“, „Nachhaltige Eiweißversorgung in der tierischen Erzeugung“, „Kaskadische Nutzung im Non-Food-Bereich“, „Pflanzliche Produktivität“, „Ressourcenschutz“ und „Sozioökonomie“.

In den Kapiteln 2 bis 7 wurden die wichtigsten Projektergebnisse der im Rahmen der BLE-Projektträgerschaft geförderten Vorhaben im EH/HS, UM, BÖL/BÖLN und im Innovationsprogramm auf der Grundlage der Abschlussberichte sowie ausgewählte Ergebnisse aus Projekten der UFOP e.V. und der FNR e.V. dargestellt. Eine Kurzfassung der erzielten Forschungsergebnisse wurde im Anhang dieses Berichtes in tabellarischer Form für einen schnellen Überblick zusammengestellt.

Bei der Literaturrecherche wurde u.a. auf die verfügbaren Datenbanken und Internetseiten

[http://www.ble.de/DE/03\\_Forschungsfoerderung/Forschungsfoerderung\\_node.html](http://www.ble.de/DE/03_Forschungsfoerderung/Forschungsfoerderung_node.html),  
<http://www.orgprint.de>, <http://www.fisaonline.de>,  
<http://www.bundesprogramm.de/forschungsmanagement/projektliste/> zugegriffen.

Im Kapitel 8 wurde unter Berücksichtigung der vorgestellten Projektergebnisse potenzieller Forschungsbedarf sowie dessen Priorisierung formuliert. Für die Ableitung und Priorisierung des Forschungsbedarfes wurden Forschungsergebnisse insbesondere aus dem EU-Projekt GL-Pro (CHARLES ET AL. 2007; GL-PRO 2006) und dem aktuell laufenden Forschungsvorhaben LeguAN (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT) genutzt und eine Bewertung vor dem Hintergrund einer Ausdehnung und Förderung des Körnerleguminosenanbaus vorgenommen. Die Auswahl dieser Projekte erfolgte auf Grund der vorhandenen Praxisnähe, welche durch Befragungen von aktiven Landwirten erreicht wurde.

Die Aktivitäten des Fachbereiches Agrarwirtschaft der Fachhochschule Südwestfalen im Bereich der Körnerleguminosen haben inzwischen zu einer guten Vernetzung mit der landwirtschaftlichen Praxis und anderen forschenden Einrichtungen geführt. Darüber hinaus besteht durch die langjährige Mitwirkung in der Sektion Proteinpflanzen der UFOP e.V. ein intensiver Austausch mit Züchtern und Länderdienststellen. Die hieraus und aus dem langjährigen Anbau im eigenen Versuchsbetrieb Merklingsen gewonnenen Erkenntnisse bilden eine weitere Grundlage für die vorgenommene Schwerpunktsetzung.

Ergänzt wurden diese durch aktuell geführte Expertengespräche mit Prof. Dr. W. Link, Universität Göttingen, Dr. O. Sass, NPZ Lembke KG in Hohenlieth, W. Vogt-Kaute, Naturland Verband in Wartmannsroth, Dr. K.-J. Müller, Getreidezüchtungsfor-schung Darzau in Neu-Darchau, Prof. Dr. K. Schmidtke, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Dr. M. Freitag, Fachhochschule Südwestfalen in Soest, Dr. J. Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Rendsburg, Dr. G. Stalljo-

hann, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in Münster, Dr. T. Haase, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen in Kassel und T. Volk, proplant GmbH in Münster. Sie lieferten wertvolle Informationen zu den hier dargestellten Forschungsergebnissen und ihre Umsetzung in der Praxis. Wichtige Hinweise zu zukünftigen Fragestellungen im Bereich der Forschung wurden gegeben.

Die Auswertung der in den Bundesländern verfügbaren Literatur und Anbauinformationen lieferten wertvolle zusätzliche Anhaltspunkte für die Ableitung und Schwerpunktsetzung zukünftiger Forschungsaufgaben und Handlungsempfehlungen (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013, KÖN 2012, GUDDAT ET AL. 2007 sowie Anbauinformationen der Bundesländer und der UFOP e.V. (siehe hierzu Anhang A2).

Diese Studie hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da nur ausgewählte Projekte berücksichtigt werden konnten und die Bearbeitungszeit aufgrund der sehr kurzen Projektlaufzeit stark eingeschränkt war. Spezielle Aktivitäten der Länderdienststellen, der Bundesforschung (z.B. Julius Kühn-Institut, von Thünen-Institut) und der EU-Forschungsrahmenpläne konnten aufgrund der engen Zeitvorgaben nur punktuell berücksichtigt werden.

## 2 Forschungsfeld „Gesunde und nachhaltige Humanernährung“

Leguminosen können erstklassige Rohstoffquellen zur Herstellung von Lebensmitteln darstellen. Charakterisiert durch ihren hohen Proteingehalt und dem günstigen Aminosäureprofil sowie dem Angebot an ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltsstoffen weisen sie zahlreiche gesundheitsfördernde Wirkungen auf.

Fragen zu ernährungsphysiologische Wirkungen sowie zur Qualität und Attraktivität leguminosenhaltiger Lebensmittel werden im Rahmen des aktuell laufenden Forschungsprojektes **„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung„** (28154.070-10 bis 28154.079-10) (Laufzeit 2011 – 2014) bearbeitet. Ergebnisse liegen derzeit nur in unveröffentlichter Form vor.

Ziel des Verbundprojektes mit insgesamt 17 Partnern aus Wissenschaft und Industrie ist die effiziente Herstellung von innovativen Lebens-, Futtermitteln und –zutaten auf der Basis von heimischen Leguminosenarten, wie z.B. aus Ackerbohnen und Erbsen. Die gesamte Wertschöpfungskette, von der Züchtung über den Anbau bis zur Nutzung der neuen Produkte, wird dabei berücksichtigt. Es sollen die Vermarktungschancen für Lebensmittel aus Erbsen und Ackerbohnen und eine Wiederbelebung des Anbaus dieser heimischen Eiweißpflanzen verbessert werden. Dies gilt besonders für die traditionellen Anbauregionen für Erbse (Sachsen-Anhalt, Thüringen, Teile Brandenburgs) und für Ackerbohne (westliche Bundesländer mit ausreichend Niederschlägen vor allem in den Sommermonaten).

Während der Projektlaufzeit werden umfangreiche Befragungen und Tests mit potenziellen Verbrauchern durchgeführt. Sie liefern Argumente für die Vermarktung leguminosenbasierter Lebensmittel. Ein Schwerpunkt wird besonders auf den gesundheitsbeeinflussenden Nutzen der Lebensmittel gelegt. Der Einfluss der ernährungsphysiologisch wertvollen Pflanzenproteine und bioaktiven sekundären Pflanzenstoffe und deren Wechselwirkung untereinander hinsichtlich der antidiabetogenen Effekte beim Menschen sollen belegt werden.

Proteinfraktionen der Leguminosen und deren Wechselwirkungen mit sekundären Pflanzenstoffen sowie pflanzeneigene Polysaccharide werden charakterisiert. Anschließend werden die funktionellen Eigenschaften dieser Einzelkomponenten über innovative Technologien für die Entwicklung neuer Produkte mit hohem Nährwert modifiziert.

Zwar liegt der Fokus dieses Projektes auf der Entwicklung neuer Lebensmittel auf Leguminosenbasis. Eine Ausweitung auf den Futtermittelbereich ist denkbar und wird im vorliegenden Projekt teilweise auch betrachtet.

Das Projekt ist in sieben Arbeitspakete gegliedert. Entlang der Wertschöpfungskette werden die Leguminosenproduktion, die technologische Be- und Verarbeitung und die Produktentwicklung bis zur Verbraucherakzeptanz bearbeitet.

Die Arbeitspakete 3, 4, 5, 6 und 7 sind dem Forschungsfeld „Gesunde und nachhaltige Humanernährung“ zuzuordnen (Arbeitspaket 1 siehe Kapitel 5.1.2.3, Arbeitspa-

ket 2 siehe Kapitel 7.1 und Teilprojekt aus Arbeitspaket 7 siehe Kapitel 7.3) (BLE 2012 k; ROHN UNVERÖFFENTLICHT).

### **Arbeitspaket 3: Optimierte Gewinnung und technologische Modifikation funktioneller Inhaltsstoffe von ausgewählten Leguminosenarten**

- Gewinnung und Aufarbeitung von Leguminosenfraktionen (Rohproteinfraktionen der Erbse) (Emsland-Stärke GmbH, M. Schobert)
- Entwicklung und Anwendung hydrothermischer Modifizierungsverfahren für Fraktionen von Leguminosen (ILU: Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V., R. Schneeweiß, R. Thomann)
- Modifizierung von Leguminosenproteinen durch innovative Be- und Verarbeitungstechnologien (Fachgebiet Lebensmittelbiotechnologie und –prozess-technik der TU Berlin, D. Knorr)
- Plasma-gestützte Steuerung der Produktqualität (ATB, O. Schlüter)
- Applikationstest von Plasmaexperimentiervorrichtungen zum Einsatz an pflanzlichen Oberflächen (neoplas GmbH, M. Häckel)
- Charakterisierung der Leguminosenprotein-Phenol-Wechselwirkungen während der Be- und Verarbeitung (Fachgebiet Lebensmittelchemie der Universität Hamburg, S. Rohn)
- Fermentative Modifizierung von Inhaltsstoffen zur Reduktion von Flatulenzfaktoren (Fachgebiet Mikrobiologie und Genetik, TU Berlin, U. Stahl)
- Beitrag zur fermentativen Modifizierung von Inhaltsstoffen zur Reduktion von Flatulenzfaktoren (SternEnzym GmbH & Co. KG, L. Popper)

### **Arbeitspaket 4: Technologische Bewertung und Methodenvergleich**

- Ökonomische Potenziale der Wertschöpfungskonzepte (ATB, O. Schlüter) (Querschnittsaufgabe: Vergleich verschiedener untersuchter Wertschöpfungsketten von der Züchtung bis zur Akzeptanz beim Verbraucher)
- Vergleichende Bewertung des mikrobiellen und enzymatischen Abbaus von Flatulenzfaktoren (Fachgebiet Mikrobiologie und Genetik, TU Berlin, U. Stahl)

### **Arbeitspaket 5: Gesundheitlicher Nutzen durch Proteine und Flavonoide aus Körnerleguminosen**

- Klinische Studien zur antidiabetogenen Wirkung von leguminosenbasierten Lebensmitteln (DIfE, A.F.H. Pfeiffer)

**Arbeitspaket 6: Entwicklung innovativer Leguminosenprodukte: Zutaten, Halbfertigerzeugnisse, Lebensmittel**

- Entwicklung innovativer Backwarenzutaten mit neuen technofunktionellen Eigenschaften (kampffmeyer food innovation GmbH, C. Funk)
- Entwicklung innovativer Lebensmittel und entsprechender Halbfertigerzeugnisse und Zutaten auf der Basis von Körnerleguminosen (General Mills Inc., B. van Lengerich)
- Entwicklung und Herstellung von Produktprototypen auf der Basis von Proteinfractionen aus Körnerleguminosen (Viba sweets GmbH, H. Storch)
- Eignungsbewertung und Akzeptanzprüfung der entwickelten Produktmuster auf Basis von Körnerleguminosen (anona-nährmittel C.L. Schlobach GmbH, W. Eismann)

**Arbeitspaket 7: Evaluierung der Akzeptanz beim Verbraucher und Produzenten**

- Konsumentenakzeptanzstudie Leguminosen-basierter Lebensmittel (YOUSE GmbH, S. Glende)
- Beitrag zur Konsumentenakzeptanzstudie Leguminosen-basierter Lebensmittel (tegut... Gutberlet Stiftung & Co., A. Swoboda)

Die Ergebnisse dieses Projektes können erst nach Abschluss bewertet werden.

In diesem Zusammenhang wird auch auf die BMBF / ERA-Net SUSFOOD Ausschreibung (BMBF 2013) mit dem Titel "Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette Lebensmittelproduktion" u.a. mit den Schwerpunkten „Entwicklung von Innovationen in Lebensmittelverarbeitungstechnologien und Lebensmittelprodukten“ sowie „Analyse von Konsumentenverhalten und Lebensmittelauswahl“ verwiesen.

## 3 Forschungsfeld „Nachhaltige Eiweißversorgung in der tierischen Erzeugung“

### 3.1 Bewertungsgrundlagen

Der Einsatz heimischer Körnerleguminosen als Einweißkomponente in der Tierfütterung bei Monogastriern und Wiederkäuern wird wesentlich von ihren Inhaltsstoffen und deren Verdaulichkeit bestimmt. Zwischen den Leguminosenarten, den Sorten, Herkünften, Standorten und Anbaujahren herrscht eine Variationsbreite im Futterwert (DAFA 2012). Die zum Teil stark schwankenden Gehalte an Rohprotein und Aminosäuren erschweren den Einsatz von Körnerleguminosen in der Tierfütterung (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). So können z.B. die Gehalte an Rohprotein der Futtererbsen je nach Sorte, Standort und Jahr zwischen 16 und 23% schwanken (SAUERMAN 2013A), die der Ackerbohnen in einer Spannweite von über 4% (Min.-Max.Wert) liegen (SAUERMAN 2013B).

Vor diesem Hintergrund würde eine zeitnahe Bestimmung der Inhaltsstoffe von betriebseigenen Futtermitteln und Körnerleguminosen direkt nach der Ernte die Zusammenstellung einer bedarfsgerechten Futtermischung in der Nutztierhaltung erleichtern.

#### 3.1.1 Futtermitteldatenbank / Analytik

Aufgrund der großen Variationsbreite bei den Inhaltsstoffen bei Ökofuttermitteln im Vergleich zu konventionell erzeugten Futtermitteln wurde eine Futtermitteldatensammlung zur Sicherung der Rationsgestaltung für 100% Biofutter bei Monogastriern erarbeitet („**100 % Biofutter für Monogastrier – Futtermitteldatensammlung zur Sicherung der Rationsgestaltung**“ (2006-2007; [05OE008](#))). Die Ergebnisse wurden in der DLG-Datenbank-Futtermittel dokumentiert (BLE 2012D).

Für eine schnelle und kostengünstige Erfassung der Inhaltsstoffe in ökologisch erzeugten Proteinfuttermitteln wurden NIRS-Kalibrierungen entwickelt, die eine zeitnahe Bestimmung der Rohnährstoffe einschließlich Stärke und Zucker und der Aminosäuren in Ackerbohnen und Futtererbsen unmittelbar nach der Ernte erlauben („**Schwankungen der Inhaltsstoffe in Öko-Futtermitteln: schnelle Bestimmung der Inhaltsstoffe zum sicheren Umgang mit dem Problem**“ (2008-2010), [06OE110](#))).

Es wurden 350 Futtererbsen und 233 Ackerbohnen (getrocknet und vermahlen) aus zwei Anbaujahren referenzanalytisch auf ihre Gehalte an Rohnährstoffe, Stärke, Zucker und 17 Aminosäuren untersucht. Insgesamt wurden 138 Kalibrierungen entwickelt (69 für jede der Leguminosen), jeweils 18 für die Rohnährstoffe (einschließlich Stärke und Zucker) in drei Korngrößen und jeweils 51 für 17 Aminosäuren in drei Korngrößen. Nach Beurteilung der Güte der Kalibrationen empfehlen sich jeweils 23 Kalibrationen für die Schätzung der Inhaltsstoffe und der Aminosäuren (6 für Roh-

nährstoffe in Erbsen, 6 für Rohrnährstoffe in Ackerbohnen, 17 für Aminosäuren in Erbsen und 17 für Aminosäuren in Ackerbohnen).

Eine erfolgreiche NIR-Messung am Ganzkorn muss für Erbsen und Ackerbohnen unterschiedlich beantwortet werden. Die Schätzung der Rohrnährstoffe in Futtererbsen ist an Ganzkornproben möglich, bei Ackerbohnen empfiehlt sich eine Vermahlung auf 1 mm. Die Schätzung der Aminosäuregehalte erfordert bei beiden Leguminosen eine Vermahlung auf 0,5 mm. Diese Schätzungen sind durch weitere Untersuchungen zu erhärten. (AULRICH 2011).

Die Pflege der NIRS-Kalibrierungen durch Datenerweiterung sowie die Entwicklung von Kalibrationen für weitere einheimische Leguminosen (Blaue Lupine) und für Getreidekomponenten (Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer) werden im derzeit laufenden Folgeprojekt erarbeitet (**„Erarbeitung von Daten zu Inhaltsstoffen, Aminosäuren und Vitaminen in Öko-Futtermitteln zur optimierten Rationsgestaltung in der Monogastrierernährung“** (2012-2014), (11OE054)). Mit Hilfe der zu erwartenden Analysedaten (Inhaltsstoffe, Aminosäuren) können Rationen für alle Monogastrier in den unterschiedlichen Leistungsstadien unter der Vorgabe 100 % Öko-Futtermittel optimiert werden. Auch die Erarbeitung einer Datenbasis zu den Gehalten an wasserlöslichen Vitaminen in einheimischen Ökofuttermitteln wird verfolgt.

Die Ergebnisse werden als Basis für den Aufbau einer Datenbank für Futtermittel aus ökologischer Erzeugung dienen (BLE 2012B).

### 3.1.2 Fütterungsversuche / Leistungsprüfungen

#### 3.1.2.1 Wiederkäuer (Milchvieh)

Aufgrund der relativ geringen Milchleistung und der nur mäßigen bis guten „Body Condition Scoring (BSC)“ der Milchkühe wurden in einem Praxisbetrieb Rohrnährstoffanalysen und Hohenheimer Futterwerttests bei den Grund- und Kraftfuttermitteln durchgeführt (**„Entwicklung einer tierindividuellen Fütterung der Milchkühe zum bedarfsgerechten Einsatz von im Betrieb erzeugten Getreide und Hülsenfrüchten (Erbsen und Bohnen)“** (1999-2001; 98UM132). Ziel war es für den Ökobetrieb geeignete Sorten der verschiedenen Körnerleguminosenarten über Rohrnährstoffanalysen und Gasbildungsverlaufskurven herauszufinden. Zwischen den 15 Ackerbohnen-, 26 Erbsen- und 13 Lupinensorten wurden arten und sortenabhängige Unterschiede herausgearbeitet.

Die Höhe der Gasbildungsverlaufskurve nahm in der Reihenfolge Lupine < Ackerbohne < Erbse zu. Steigende Gehalte an Tanninen bei Ackerbohnen und steigende Gehalte an Gesamtphenolen bei Erbsen führten zu einem Absinken der Gasbildungsverlaufskurven, was mit einem stabileren Pansenmilieu einhergeht. Ein Erhitzen der Ackerbohnen bei 140°C über 20 Minuten (Stärkeaufschluss) ergab einen höheren Gasbildungsverlauf. Ein Autoklavieren bei 120°C und 20 Minuten ließ den Verlauf der Gasbildung im Pansen sinken.

Bei Ackerbohnen führten steigende Gehalte an Gesamtphenolen, Tanninphenolen und kondensierten Tanninen zu einem Absinken der umsetzbaren Energie und zu einem Anstieg des nutzbaren Proteins.

Im Vergleich zu fein vermahlenden Erbsen zeigten grob angequetschte Erbsen einen flacheren Anstieg des Rohproteinabbaus (ANONYM 2001).

Sowohl für den ökologischen als auch für den konventionellen Milchviehbetrieb ist eine Versorgung des Milchviehs mit nutzbarem Rohprotein durch heimische Körnerleguminosen interessant. Angestrebt wird dabei eine hohe Verwertung des Proteins mit einem guten Angebot an nutzbarem Rohprotein im Dünndarm.

Im Projekt „**Steigerung des Gehaltes an nutzbarem Protein bei Körnerleguminosen mittels ökologisch konformer technischer Bearbeitungsverfahren zur Förderung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Hochleistungskühen im ökologischen Landbau**“ (2002-2003; 02OE005) war es das Ziel, den Anteil an pansenstabilem Protein u.a. bei Erbsen und Ackerbohnen zu erhöhen, um so ein Defizit an nutzbarem Rohprotein am Dünndarm vorzubeugen. Die Körnerleguminosen sollten wiederkäuergerecht in auf hohe Milchleistung ausgelegte Futterrationen integriert werden können.

Erbsen: Die Hitzebehandlung von Erbsen (alleiniges Kraftfutter) ermöglichte eine Steigerung der Milchleistung um 1,36 kg durch eine bessere Energieverfügbarkeit, ohne Rückgang der Milchinhaltsstoffe. Die thermische Behandlung ist aufgrund der Kosten und der geringen Effekte auf den Proteinwert nicht zu empfehlen.

Ackerbohnen: Durch tanninhaltige Sorten (Samba) wird das Pansenmilieu der Kühe stabilisiert (pH-Wert). Die Futteraufnahme der Ration mit der tanninhaltigen Sorte war bei den Kühen mit einer Milchleistung über 30 kg/Tag signifikant höher. Milchleistung und Fettgehalt waren bei beiden Rationen gleich. Bei der tannin-freien Sorte Valeria kam es hingegen zu einem Anstieg des Eiweißgehaltes und einem signifikant höheren Harnstoffgehaltes der Milch (BISSINGER ET AL. 2003).

### 3.1.2.2 Monogastrier

#### Geflügel

Aufgrund der Gehalte an antinutritiven Substanzen, speziell von Pyrimidinglucosiden (Vicin, Convicin) und Tanninen, ist der Einsatz von Ackerbohnen in der Fütterung des Hühnergeflügels mengenmäßig begrenzt. Nach Empfehlungen sollten im Futter für Legehennen 5 – 10 % und im Futter für Masthühner maximal 20 % Ackerbohnen nicht überschritten werden (ABEL UND GERKEN 2004). Aufgrund der genetischen Variabilität und Sortenabhängigkeit des Gehaltes an Vicin und Convicin ist es möglich, durch geeignete Sortenwahl Ackerbohnen mit geringeren Pyrimidinglycosidgehalten auszuwählen.

In zwei Forschungsprojekten wurden über Fütterungsversuche diese Problematik aufgegriffen und untersucht.

Zum Projekt „**Ackerbohnen mit reduzierten Vicin-/Convicin-Gehalten als Futter-**



**komponente für Broilerelterniere und Broiler“** (2002-2003; **01HS029**) liegen keine Ergebnisse vor (BLE 2013A).

In dem Forschungsvorhaben **„Ackerbohnen als Futterkomponente des ökologischen Landbaus für Masthühner-Elterniere und verschiedene Mastbroilerherkünfte“** (2002-2004; **02OE622**) wurden Leistungsprüfungen mit den Ackerbohnen-sorten Divine (vicin-, convicinarm, niedrigere Tanningehalte) und Scirocco (vicin-, convicinreich, höhere Tanningehalte) durchgeführt. Bei Mastelterniere kamen Futtermischungen mit 15 %, bei Mastbroilern (langsam wachsende Broiler und unterschiedliche Herkünfte) bis zu 30 % Ackerbohnenanteile zum Einsatz. Folgende Parameter wurden erhoben: Legeleistung, Bruteigqualität, Mast- und Schlachtleistung, Futtermittelerwertung, morphologische und histomorphometrische Kenngrößen der Dünndarmmucosa, der Leber und der Pankreas.

In allen Versuchen bewirkte die ackerbohnenreiche Fütterung ungünstigere Futterverwertungen.

Mit dem Einsatz der vicin-/convicinarmen Sorte „Divine“ in der Fütterung von Legehennen konnten die bei der Fütterung der Sorte „Scirocco“ auftretenden geringen Eigewichte, bei Bruteiern die verminderten Schlupfgewichte vermieden und die Befruchtungsraten gesteigert werden. Die verminderte Legeintensitäten besonders bei „Scirocco“ ist nicht auf den Gehalt an Pyrimidinglucosiden, sondern auf Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) und kondensierte Tannine zurückzuführen.

Die fütterungsbedingt niedrigeren Schlupfgewichte der Küken konnten bis zum Ende der 12wöchigen Mastperiode ohne Einfluss auf die Schlachtleistung ausgeglichen werden.

Bei langsam wachsenden Mastbroilern verschiedener genetischer Herkunft wirkten sich Futtermischungen mit bis zu 30 % Ackerbohnen mit hohen oder niedrigen Gehalten an Vicin oder Tanninen nicht unterschiedlich auf die Futterakzeptanz sowie die Mast- und Schlachtleistung aus.

Mastelterniere können ohne Leistungseinbußen mit deutlich höheren als bislang empfohlenen Mengen an Ackerbohnen gefüttert werden (15 % Ackerbohnenanteil), sofern vicin-/convicinarme Sorten verwendet werden (ABEL UND GERKEN 2004).

Die bedarfsgerechte Versorgung von Geflügel mit Körnerleguminosen unter der Vorgabe 100 % Öko-Futtermittel ist Thema zweier derzeit laufender Forschungsprojekte.

Im Projekt **„Bewertung eines thermisch behandelten Gemisches aus Körnerleguminosen für die Geflügelernährung“** (2012-2015; **11NA035**) erfolgt eine Bestimmung der präcecal verdaulichen Aminosäuren und der umsetzbaren Energie an langsam wachsenden Masthuhn- und Putentypen und Legehennen. Geprüft wird ein Körnerleguminosengemisch aus je einem Drittel Ackerbohnen, Futtererbsen und Süßlupinen, welches hydrothermisch behandelt ist und bei dem der Rohfasergehalt reduziert wurde (Legumi-Therm®). Als Vergleichsvariante dient das unbehandelte Körnerleguminosengemisch „LEGUMI-Mix“. Es soll die maximal tolerierbare Einsatzmenge ermittelt werden. Vergleiche hierzu auch Projekt 11NA034 beim Schwein (BLE 2012c).

Die Bestimmung der präcecalen Verdaulichkeit der Nährstoffe (Energie, Rohprotein, Aminosäuren, Phosphor) von verschiedenen Futtermitteln aus ökologischer Erzeugung ist das Ziel des Projektes „**Bestimmung präcecaler Verdauungskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel für die Hühnermast**“ (2012-2014; 11OE070). Neben verschiedenen Getreidearten, Silagen und Mais wird eine Leguminosen-Mischung geprüft, deren Zusammensetzung nicht näher erläutert wird. Die Ergebnisse dienen auch als Basis für den Aufbau einer Datenbank für Futtermittel aus ökologischer Erzeugung (siehe hierzu 11OE054) (BLE 2013B).

### Schweine

Unterschiede in den Anbaubedingungen zwischen dem ökologischen und dem konventionellen Landbau können sich auf die inhaltliche Zusammensetzung der Ernteprodukte, insbesondere auf die Gehalte an Protein und Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) auswirken. Werden diese Erntegüter in der Schweinefütterung eingesetzt, kann dies zu unterschiedlichen Verdaulichkeiten und Nährstoffverwertungen des Futters führen (ABEL ET AL. 2004).

In den Forschungsprojekten „**Ernährungsphysiologische Bewertung von Ökofuttermitteln für Schweine**“ (2002-2004; 02OE209 (Ackerbohnen); 2004-2005, 02OE209/F (Erbse)) wurde das Ziel verfolgt, Fakten und Argumente für ernährungsphysiologische Wirkungen von Ökofuttermitteln zu erstellen. Über Stoffwechselversuche mit Schweinen verschiedener genetischer Herkunft konnte die Verdaulichkeit eingesetzter Futtermittel bewertet werden.

Im Vergleich zum konventionellen Anbau (Gleiche Standorte und Sorten) führte der ökologische Anbau bei Weizen und Gerste zu niedrigeren Rohprotein- sowie höheren Stärke- und Fasergehalten. Bei Ackerbohnen ergaben sich tendenziell ähnliche Veränderungen, die Gehalte an Stärke waren jedoch niedriger bei ökologischer Anbauweise. Die Gehalte an NDF (Neutral Detergent Fiber) lagen für alle drei Pflanzenarten bei ökologischer Produktion höher, ein signifikanter Unterschied zum konventionellen Anbau bestand jedoch nur bei Weizen. Für die Gehalte an ADF (Acid Detergent Fiber) ließ sich kein signifikanter Einfluss feststellen.

In Stoffwechselversuchen wurde nachfolgend die Verdaulichkeit einer ökologischen Futterration (mit 25% Ackerbohnen) mit einer konventionellen Futterration (Getreide/Sojaextraktion) bei 2 Schweinerassen (Bunte Bentheimer, moderne Gebrauchskreuzung) verglichen. Die Ergebnisse weisen auf grundsätzlich niedrigere Verdaulichkeiten ökologischer Futterrationen für Schweine hin. Neben den höheren Fasergehalten war wahrscheinlich auch die Verwendung von Ackerbohnen anstelle von Sojaextraktion + Getreide mit ausschlaggebend für niedrigere Nährstoffverdaulichkeiten der ökologisch erzeugten Futterkomponenten. Andererseits wurde die Retention von Stickstoff und Mengenelementen mit der faserreichen Fütterung erhöht. Bei der ökologischen Futterration kam es zu einer ökologisch zu befürwortenden partiellen Umverteilung der Stickstoffausscheidungen vom Harn in den Kot (02OE209) (ABEL ET AL. 2004).

Im Unterschied zur konventionellen Schweinemast finden unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus NSP-reichere Futterrationen Verwendung. Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) üben u.a. tiefgreifende Wirkungen auf die Verdauungsphysiologie und Futterverwertung beim Schwein aus.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projektes 02OE209 wurde an wachsenden Schwäbisch Hällischen und modernen Gebrauchskreuzungsschweinen (auf hohe tägliche Zunahmen bei niedrigem Futteraufwand mit hochkonzentrierter, NSP-armen Futterrationen gezüchtet) die Wirkung einer Erbsenschalen-Zulage mit hohen Anteilen unlöslicher Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) auf unterschiedliche Verdauungsparameter untersucht.

Zwischen den beiden Schweineherkünften ergaben sich keine Unterschiede im Verwertungsvermögen für unlösliche NSP. Die modernen fleischbetonten Kreuzungsschweine retenierten jedoch signifikant mehr Stickstoff als die Schwäbisch Hällischen Schweine. Unter ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten eignen sich daher Kreuzungsschweine besser als Schwäbisch Hällische Schweine für den Ökologischen Landbau (02OE209/F) (ABEL UND BREVES 2005).

Durch die ab Januar 2012 veränderten gesetzlichen Bestimmungen (EU-ÖKO-Verordnung (2092/91, 100 % Biofütterung) bestand ein vorrangiges Interesse für die ökologische Ferkelaufzucht darin, festzustellen, ob eine 100 % Biofütterung ohne konventionelles Kartoffeleiweiß möglich ist. Weiterhin sollte untersucht werden, ob durch den Einsatz von hydrothermisch behandelten (getoasteten) Ackerbohnen und von Weizenflocken eine Verringerung von fütterungsbedingten Durchfallerkrankungen erreicht werden kann und sich dieses gleichzeitig in besseren Wachstumsleistungen zeigt (**„Entwicklung von Fütterungs- und Management-Strategien für eine erfolgreiche und artgerechte Ferkelaufzucht in der ökologischen Schweinehaltung“** (2004-2007; 03OE423).

Mit einer Fütterungsstrategie auf Basis getoasteter Ackerbohnen (22%) und behandelter Weizenflocken (22%) konnte eine Alternative zu herkömmlichen Fütterungsstrategien mit Einsatz von konventionellem Einweiß für Öko-Ferkel-Aufzucht entwickelt werden (STALLJOHANN ET AL. 2007).

Im zeitlichen und thematischen Anschluss wurde in dem Teilprojekt **„Erprobung/Untersuchung von Fütterungsstrategien bei Sauen und Ferkeln mit Inulineinsatz sowie getoasteten bzw. extrudierten Ackerbohnen in der Ferkelaufzucht“** (07OE024) des interdisziplinären Projektes **„Entwicklung, Erprobung, Umsetzung und Evaluation von Strategien in den Bereichen Tiergesundheit, Haltung, Fütterung, Management in der ökologischen Ferkelerzeugung“** (2007-2011; 07OE23 bis 07OE029) gezeigt, dass das Extrudieren von Ackerbohnen gegenüber dem Toasten in der Ferkelaufzucht mit jeweils 22% Anteil an der Futtermischung keine Vorteile im Hinblick auf Leistung und Gesundheit der Ferkel bringt. Der Einsatz von getoasteten Ackerbohnen erzielte signifikant bessere Ferkelzunahmen

von 23 g gegenüber dem Einsatz von extrudierten Ackerbohnen. (STALLJOHANN UND PATZELT 2011, BUSSEMAS ET AL. 2011).

Für die Umsetzung der 100 % Biofutter-Forderung wurde als Ergebnis der zwei Projekte eine 2-phasige Ferkelfütterung mit einem hochwertigen, schmackhaften Saugferkelbeifutter mit mindestens 10% Magermilchpulveranteil und einem Aufzuchtfutter mit getoasteten Ackerbohnen und Weizenflocken empfohlen (STALLJOHANN ET AL. 2007, STALLJOHANN UND PATZELT 2011, BUSSEMAS ET AL. 2011).

Die Prüfung und Optimierung des Einsatzes heimischer Körnerleguminosen in der Fütterung von Ferkeln und Mastschweinen in der ökologischen Landwirtschaft ist Schwerpunkt der im Verbund stehenden und derzeit laufenden Projekte 11NA034, 11NA036 und 11NA059.

Über die Bestimmung der Gehalte an verdaulichen Nährstoffen und umsetzbarer Energie sollen für das Körnerleguminosengemisch aus je einem Drittel Ackerbohnen, Futtererbsen, Süßlupinen Empfehlungen zur optimalen Einsatzhöhe in der Ferkelerzeugung abgeleitet werden (**„Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht“**, 2012-2015; **11NA034**). Das geprüfte Gemisch „Legumi-Therm®“ der Börde-Kraftkorn-Service GmbH ist hydrothermisch behandelt und Rohfaser reduziert. Als Vergleichsvariante dient das unbehandelte Körnerleguminosengemisch „LEGUMI-Mix“ (vgl. hierzu Projekt 11NA035 bei Geflügel) (BLE 2012E).

Die Möglichkeiten des Einsatzes buntblühender Wintererbsen in der ökologischen Mastschweinefütterung sollen in dem Projekt **„Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus“** (2012-2013; **11NA036**) ermittelt werden. Dabei wird überprüft,

- ob die Wintererbse der Sommererbse gleichwertig ist oder sie anteilig substituieren kann
- ob eine thermische Behandlung der Wintererbse sich vorteilhaft auf die Verdaulichkeit und auf den Gehalt an antinutritiven Substanzen auswirkt
- die Ableitung von Einsatzempfehlungen und die Ermittlung der maximal tolerierbaren Einsatzhöhe von behandelten/unbehandelten Wintererbsen in der Mastperiode von 28 – 120 kg LG (BLE 2012F).

Das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) führt die im Rahmen o.g. Projekte beschriebenen Bilanzierungsversuche zur Bestimmung der Gehalte an verdaulichen Nährstoffen und umsetzbarer Energie bei Mastschweinen sowie die Ableitung von Empfehlungen zur optimalen Einsatzhöhe von buntblühenden Wintererbsen aus ökologischer Erzeugung für Mastschweine durch (**„Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus und Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht“**, 2012-2013; **11NA056**).

Es wird erwartet, dass die Erkenntnisse deutlich zu einer bedarfsgerechten Fütterung

von Ferkeln und Mastschweinen unter der Vorgabe 100 % Öko-Futtermittel beitragen (BLE2012G).

Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Ansprechpartner K. Kempkens) hat die Abstimmung und Organisation des Wissenstransfers aller BÖLN-Projekte zum Thema Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastriernahrung mit Hilfe der Durchführung von Expertenworkshops übernommen (BLE 2012E).

Im Rahmen des vom vTI geleiteten Arbeitspaketes zum Projekt **„Untersuchungen von sechs Fütterungsstrategien mit Futtermitteln 100 % ökologischer Herkunft auf biologische Leistungen, Gesundheitsstatus, Verlustgeschehen und Wirtschaftlichkeit bei Saug- und Aufzuchtferkeln im ökologischen Landbau“** (2011-2015; **11OE021**) ist es u.a. das Ziel, verschiedene regional verfügbare Eiweißfuttermittel auf deren Eignung in der ökologischen Schweine- und Geflügelerzeugung zu testen. Es soll geprüft werden, ob eine einphasige Ferkelfütterung auf Basis 100 % ökologischer Futtermittelausgangsstoffe gesunde und leistungsstarke Ferkel gewährleisten können (BLE 2013c).

In der **„Wissensstandanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100 % Biofütterung in der ökologischen Monogastriernahrung“** (2011 – 2012; **10OE088** und **10OE089**) wurde der Forschungsbedarf zu den beiden Themen zusammengetragen. Die Projektkoordination und -leitung lag bei der Bioland Beratung GmbH. Projektpartner war das Institut für ökologischen Landbau des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI).

Nach einer kurzen Bestandsaufnahme der Tiergesundheitssituation bzw. im Falle der 100 % Biofütterung einer Status Quo Analyse für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland, die die maßgeblichen Akteursgruppen Landwirte, Berater, Futtermittelwirtschaft und einschlägige Wissenschaft einbezog, und einer ausführlichen vom vTI Institut für ökologischen Landbau durchgeführten Literaturrecherche ging es darum, in einem zweitägigen Workshop mit 40 ausgewählten Teilnehmern den Umsetzungsstand zu den Themen Biofütterung Monogastrier und Tiergesundheit für die Nutztierarten Rind, Schwein, Geflügel, Schafe und Ziegen kritisch zu begutachten und in der Folge den Forschungs- und Handlungsbedarf zu formulieren. Als Ergebnis kann festgestellt werden, dass

- a) in einer ganzen Reihe von veterinärmedizinischen und agrarwissenschaftlichen Fragen rund um die Biofütterung von Schweinen und Geflügel und zur Tiergesundheit aller relevanten Nutztierarten ökolandbauspezifischer Forschungsbedarf besteht,
- b) wesentliche Umsetzungslücken und Schwachstellen aus mangelnder Verknüpfung der Wertschöpfungskette und der beteiligten Akteursgruppen resultieren, aus denen Forschungsfragen im Bereich des Wissenstransfers, der Kommunikations- und Systemforschung generiert werden können,

- c) ein entscheidender Wissensbedarf im Bereich der umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung aktueller und zukünftiger Verfahrenskompartimente, insbesondere der Entwicklung von dazugehörigen Leitindikatoren besteht und
- d) nicht zuletzt „Systemfehler“ innerhalb der Rechtsvorschriften zum ökologischen Landbau zu konstatieren sind, die eine den Erwägungsgründen angepasste und prinzipiengerechte Umsetzung in der Praxis aufgrund konkurrierender Rechtsvorschriften oder „innerer“ Widersprüche nicht ermöglichen.

Insgesamt konnte mit dem Projekt gezeigt werden, dass über den eigentlichen Forschungsbedarf hinaus, Reformbedarf bei den Rahmenbedingungen der Tierhaltung im ökologischen Landbau besteht, wenn diese über den Status einer kleinen lukrativen Marktnische hinausgehend den Kriterien der Zukunftsfähigkeit im umfassenden Sinne gerecht werden soll (SCHUMACHER ET AL. 2012).

Vor dem Hintergrund der Absatzsteigerung von Ackerbohnen und Körnererbsen in der Tierhaltung wurde folgender Forschungsbedarf formuliert (Auszug):

### **Tierartübergreifender Forschungsbedarf**

#### Ökologische Bewertung

- Umfassende Nachhaltigkeitsbewertung von Futtermitteln und Fütterungsverfahren (Energieverbrauch, Landverbrauch, Wasserverbrauch, Biodiversität, Klimarelevanz, Ökonomie, Ernährungssicherheit, Ethik etc.), Entwicklung von Indikatorensätzen

### **Geflügel**

#### Forschungsbedarf für den Bereich Fütterung

Problemkreis Eiweiß- und Aminosäureversorgung (Methionin-Lücke schließen):

- Identifizierung und Prüfung geeigneter Futtermittel (auch tierische Futtermittel wie Fleischknochenmehl, Insekten, Fischprodukte, Muscheln, Wildkräuter sowie isolierte Aminosäuren)
- Entwicklung alternativer Fütterungskonzepte, inkl. synchroner Reduktion des Aminosäuren- und Energiegehaltes in der Ration (z.B. energiereduzierte Fütterung, Multiphasenfütterung)
- Aufbereitung (physikalisch, chemisch, biologisch) von Futtermitteln (technologischer Aufschluss von einzelnen Komponenten oder gesamter Ration)
- Spezielle Fütterungsuntersuchungen innerhalb der Aufzuchtphase
- Eignung konventioneller Bedarfsempfehlungen für die Rationsgestaltung
- Vertiefende Sortenprüfung von Körnerleguminosen (Aminosäureprofil unterschiedlicher Sorten), Züchtungspotenzial, Anbauverfahren

Problemkreis Futtermittelbewertung (trifft auch für Schweine zu):

- Entwicklung von praxisnahen kostengünstigen Analyse- und Bewertungsverfahren
- Identifizierung entscheidender Analyseparameter (einschließlich Indikatoren wie z.B. Ureaseaktivität)

## Schweine

### Forschungsbedarf für den Bereich Fütterung

Problemkreis Aminosäureversorgung (v.a. Lysin) mit Schwerpunkt auf Saug- und Aufzuchtsferkel (siehe auch bei Geflügel)

- Aufschluss von Rationskomponenten (Nass- wie auch Trockenfermentierung) zur Proteinaufwertung
- Fermentationsverfahren zur Erzeugung von Aminosäuren
- Entwicklung neuer Fütterungskonzepte

Problemkreis Futterressourcen:

- Nutzung neuer innerbetrieblicher Futterressourcen (z.B. Luzerne, andere Grünfüttermittel), tierphysiologische Eignung, Verfahrenstechnik für die Erzeugung
- Umgang mit verzehrs- und leistungshemmenden Futterinhaltsstoffen (SCHUMACHER ET AL. 2012).

## 3.2 Wertoptimierende Verarbeitungstechnologie

Als wertvolles Futtermittel und gute einheimische Alternative zu importierten Soja-Produkten werden die Körnerleguminosen wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupine angesehen.

Bedingt durch die uneinheitliche Abreife insbesondere bei feuchter Spätsommerwitterung muss mit hohen Restfeuchtegehalten im Korn gerechnet werden. Als eine Alternative zu der arbeits- und kostenintensiven Trocknung des Erntegutes wurde die Möglichkeit der Silierung der Körnerleguminosen erfolgreich erarbeitet („**Die Silierung von Körnern der großsamigen Leguminosen als Verfahren der Konservierung und der Verbesserung ihres ernährungsphysiologischen Wertes**“ (2005-2008; 03HS002)). Zusätzlich sollte das Konservierungsverfahren so ausgerichtet werden, dass in den Körnerleguminosen enthaltene antinutritive Substanzen in ihrer Wirkung reduziert oder beseitigt werden.

Die theoretisch schlechte Silierbarkeit von Körnerleguminosen aufgrund der chemischen Vergärbarkeitsparameter konnte durch die Ergebnisse des Rostocker Fermentationstestes nicht bestätigt werden. Bei Feuchtegehalten von 35 % konnte sowohl Schrot aus reifen, rückbefeuchteten Körnern von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen als auch Schrot von vor der Vollreife geernteten Körnern erfolgreich siliert werden. Nach 90 Tagen Lagerdauer wurden in allen Silagen der kritische pH-Wert von mindestens 5,4 und die Milchsäuregehalte von < 3% der TS (DLG-Schlüssel) erreicht. Zwar konnten Silagen mit guter Gärqualität auch ohne den Einsatz von Silierhilfsmitteln erzeugt werden, der Zusatz an leistungsfähigen Milchsäurebakterien erhöhte jedoch die Sicherheit des Gärprozesses. Auf zusätzliche Zuckerquellen kann dann auch verzichtet werden.

Die Gehalte an nutritiven Inhaltsstoffen wurden bis auf die Stärkefraktion durch den Silierprozess nicht verändert. Eine Verbesserung des Futterwertes konnte hingegen

durch den Silierprozess erzielt werden. Der Gehalt an Oligosacchariden und Tanninen wurden deutlich reduziert. Ein Einfluss auf den Gehalt an Phytat-P und Alkaloiden war nicht eindeutig.

Fütterungsversuche mit Lupinen an Broilern und Absetzferkeln bestätigten, dass durch die Feuchtkornsilierung höhere Körnerleguminosenanteile im Futter ohne Leistungseinbußen möglich sind. Eine Übertragbarkeit der Fütterungsergebnisse auf Ackerbohnen und Erbsen erscheint prinzipiell möglich (ZEYNER ET AL 2008).

Im Auftrag der UFOP e.V. wurde in 2007-2008 der Frage der Feuchtkornsilierung von Körnerleguminosen unter Labor- und Praxisbedingungen nachgegangen („**Erprobung des Verfahrens der Feuchtkörnerleguminosensilierung (Erbsen, Lupinen und Ackerbohnen) unter Verwendung von Silier- und Konservierungszusätzen zur betriebseigenen Verfütterung**“).

Die Körnerleguminosen können sowohl in einem physiologisch feuchteren Stadium (Ende der Teigreife) bei ca. 30 % Feuchte gedroschen und einsiliert werden, als auch in der Totreife mit Wasser wieder angefeuchtet werden. Nach dem Mähdrusch werden die Körnerleguminosen mit einer Doppelwalzenmühle zerkleinert. Eine laufende Ermittlung des Feuchtegehaltes des Erntegutes ist für einen eventuellen Wasserzusatz und die richtige Mittelwahl des Silier- bzw. Konservierzusatzes dringend erforderlich. Die gequetschten Körnerleguminosen werden über Düsen mit Silier- oder Konservierungsmittel versetzt und über eine Schnecke direkt in den Folien-schlauch (Crimper Baggers) gepresst. Zur späteren Verfütterung sind bei Einsatz des Crimper Baggers keine weiteren Verarbeitungsgänge mehr erforderlich (THAYSEN 2009). Die Feuchtkornsilage kann sowohl in der Monogastriefütterung als auch in der Fütterung von Wiederkäuern eingesetzt werden.

Die Akzeptanz dieses Verfahrens ist aufgrund des geringen Anbauumfangs für Körnerleguminosen in der Praxis derzeit gering. Das Verfahren ist praxisreif, die Infrastruktur vorhanden. Die Feuchtkörnerleguminosensilierung kann bei Bedarf sofort in den Betrieben realisiert werden (THAYSEN 2013).

Weitere wertoptimierende Verarbeitungsstrategien wurden vor allem in der Monogastrieernährung getestet. Zu nennen sind das Vermahlen, Erhitzen, Toasten, Extrudieren der Körnerleguminosen. Die so veränderten Körnerleguminosen sind über entsprechende Leistungsprüfungen in der Tierernährung bewertet und umfassend dargestellt worden (siehe hierzu Kapitel 3.1.2 dieser Studie).

### **3.3 Zusätzliche Wertschöpfungspotenziale**

Keine Projekte



## 4 Forschungsfeld „Kaskadische Nutzung im Non-Food-Bereich“

Durch eine besondere Kombination von Proteingehalt, speziellen Kohlenhydraten, sekundären Inhaltsstoffen und Faserfraktionen mit besonderen Eigenschaften unterscheiden sich Leguminosen in spezifischer Weise von den großen Ackerkulturen, insbesondere Getreide. Dieses breite Spektrum an Inhaltsstoffen bietet die Möglichkeit, unter Vermeidung von Flächenkonkurrenzen den Einsatz von Leguminosen im Food- und Feed-Bereich mit Non-Food-Nutzungen zu koppeln. Vor allem in Regionen mit wenigen Marktpartnern können zusätzliche Absatzwege eine wichtige Brückenfunktion für die Ausweitung des Leguminosenanbaus erfüllen. (DAFA 2012).

### 4.1 Optimierung der Flächennutzungseffizienz

Geerntete Leguminosen können direkt zur Bioenergiegewinnung und deren Reststoffe als Düngemittel verwendet werden.

So wurden in zwei Forschungsprojekten die Integration von Ackerbohnen bzw. Erbsen als Zwischenfrucht vor Silomais pflanzenbaulich erfolgreich entwickelt (siehe Kapitel 5.2.1.3).

Im Projekt „**Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für die Biogasproduktion im ökologischen Landbau**“ (2007-2010, [05NR140](#)) erzielten die vor Energiemais gesäten Winterzwischenfrüchte (Varianten: Winterackerbohnen, Wintererbsen und Winterroggen sowie ihre Gemenge) im Mittel TM-Erträge von 34,4 dt/ha. Die höchsten Erträge mit 48 dt TM/ha erreichten die Winterackerbohnen-Winterroggen-Gemenge.

Die Methan-Flächenerträge lagen für das Gemenge aus Roggen und Winterackerbohnen (mit doppelter Aussaatstärke) bei über 2000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha.

Der Gesamtertrag aus den Winterzwischenfrüchten und dem Mais lag im Mittel bei etwa 170 dt TM/ha. Die Varianten übten wenig Einfluss auf den Gesamtertrag der Anbaufolge aus (ROTH 2010, RAUBER UND LINK 2011).

### 4.2 Potenziale der stofflichen Nutzung

Weitere Einsatzmöglichkeiten der ernährungsphysiologisch und technologisch wertvollen Inhaltsstoffe der Leguminosen werden in verschiedenen Projekten der FNR im Non-Food-Bereich (stoffliche Nutzung) geprüft.

Das Deutsche Institut für Lebensmitteltechnik e.V. (DIL) verfolgte im Projekt „**Biowerkstoffe aus Protein-Polysaccharid-Verbunden**“ (1998-2000, FKZ: [22011997](#)) das Ziel, neuartige Werkstoffe auf Basis von Polysacchariden und Proteinen zu entwickeln. Proteine von Erbse, Lupine, Kartoffel, Leinsaat, Raps, Sonnenblume, Mais- und Weizenkleber wurden untersucht.

Es konnten Verbunde aus Proteinen und Polysacchariden mit einem sehr breiten

Spektrum an mechanischen Eigenschaften hergestellt werden. Sie erlauben die Herstellung spröder und viskoelastischer Formkörper (JANSEN 2012).

Im „**Verbundvorhaben: Modifizierte Stärken II, Teilvorhaben: Fettdichte biologisch abbaubare Polymerbeschichtungen für Papier- und Kartonverkaufspackungen**“ (2002-2004, FKZ: **22016400**) sollte ein stärkebasiertes Fettbarriersystem für Papier- und Kartonverpackungen entwickelt werden. Die Beschichtung mit Hydroxypropylstärke auf Basis hoch amylosehaltiger Erbsenstärke hatte sich in Voruntersuchungen als außergewöhnlich fettdicht erwiesen. Gegenüber den herkömmlichen Systemen auf Halogenpolymer-Basis weist dieses System auf Erbsenbasis additive Vorteile auf: biologische Abbaubarkeit, Verträglichkeit mit dem Papierkreislauf und Halogenfreiheit bei Verbrennung (SCHÖNWEITZ 2012).

Eine Substitution der Schwermetalle in den Trockenstoffen von Lacken gegen eine pflanzliche Substanz wurde im Projekt „**Neue biogene Komponenten für umweltfreundliche Lacke**“ (2005-2006, FKZ: **22001405**) geprüft. Feinteiliges, lipoxygenasehaltiges Enzympulver aus ausgekeimten Leguminosen-Saaten wurde bei LIVOS auf ihre Verwendbarkeit als Trockenstoffe für umweltfreundliche Lacke getestet. Die Messungen der Enzym-Aktivität ergab, dass nur Sojabohnen- und Mungobohnen-Extrakt eine trocknungsbeschleunigende Wirkung haben, die Extrakte aus Erbsen, Ackerbohnen und Blauer Lupinen dagegen nicht (FILBRICH 2012).

Im Rahmen des Projektes „**Enzymatische Vernetzung von Proteinen in nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Folien und Compositen**“ (2006-2009, FKZ: **22013306**) wurde die Übertragung eines Gießfolienverfahrens auf ein extrudierendes, kontinuierliches Verfahren erreicht. Sehr erfolgreich verlief die Folienbildung auch mit löslichen Erbsenproteinfraktionen und alternativen Weichmachern. Einzelne Eigenschaften von Proteinfohlen liegen bereits jetzt im Bereich kommerzialisierter Materialien und bieten so ein großes wirtschaftliches Potenzial (PIETZSCH 2012A).

Duroplaste werden als Bindemittel u.a. im Formsandbau und zur Herstellung von Holzspanplatten eingesetzt. Derartige Bindemittel bestehen bisher z.B. aus Melamin-Formaldehyd-Phenolharzen. Ziel des Projektes „**Untersuchungen zum Einsatz von Duroplasten durch enzymatisch quervernetzte Proteine**“ (2008-2010, FKZ: **22021807**) war es, das Potenzial von enzymatisch quervernetzten Proteinen als Alternativen zu den bisher verwendeten Bindemitteln zu prüfen.

Es konnte gezeigt werden, dass Proteine als Bindemittel für Gießereisande und Holzwerkstoffe geeignet sind. Eine enzymatische Quervernetzung (Transglutaminase (TG)-Technologie) erhöhte die mechanischen Eigenschaften deutlich und bildete eine Grundlage für eine kommerzielle Nutzung. Insbesondere die Verwendung von wasserlöslichem Protein aus Erbsen und Casein zeigten eine Verbesserung der mechanischen Festigkeit von Formkörpern (PIETZSCH 2012B).

## 5 Forschungsfeld „Pflanzliche Produktivität“

### 5.1 Optimierung der genetischen Ertrags- und Qualitätspotenziale (Züchtung)

Laut Studie „Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland“ haben die Anbauaktivitäten der Pflanzenzüchtung in den letzten 20 Jahren bis 1996 bei Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen zu einer Vielzahl neuer Sorten mit deutlich höherer Ertragsfähigkeit sowie nachhaltig verbesserter Anbau- und Erntesicherheit geführt.

Als zukünftige Aufgaben der Züchter wurde formuliert, „in den laufenden Zuchtprogrammen die Anbau- und Erntesicherheit der Körnerleguminosen zu verbessern sowie deren generelle Ertragsfähigkeit weiter zu steigern“. Weiterhin ist es Aufgabe der angewandten Züchtungsforschung, bestehende Wissenslücken insbesondere in den Bereichen Pflanzengesundheit, abiotische Stresstoleranz und Produktqualität zu beseitigen sowie neue Methoden und Techniken der Zuchtpraxis zugänglich zu machen“ (UFOP 1996).

Derzeit gibt es kaum Marktanreize, die Fruchtarten Ackerbohnen und Körnererbsen innerhalb der Körnerleguminosen durch Pflanzenzüchtung zu verbessern.

Ackerbohnen und Körnererbsen haben in der deutschen Landwirtschaft lediglich eine randständige Anbaubedeutung. Dem gegenüber stehen Entwicklungskosten, die etwa im Rahmen privat finanzierter Sortenzuchtprogramme anfallen, von ca. 500.000 Euro je Jahr gegenüber. Im Verhältnis zur Anbau- und Vermehrungsfläche sind diese sehr hoch.

Die Umgehung von Zahlungen an die Sortenentwickler bzw. Züchter durch eigenen Nachbau schmälert zudem die Möglichkeit der Refinanzierung der Leguminosenzuchtprogramme.

Derzeit werden die Kosten für die Züchtung anbauwürdiger und konkurrenzfähiger Sorten von einer sehr kleinen Gruppe getragen. (DAFA 2012)

Für den Bereich der Ackerbohnen konzentrierten sich bis heute die Züchtungsarbeiten und die damit verbundenen Forschungen an der Universität Göttingen, in den Züchtungshäusern NPZ Lembke KG (Norddeutsche Pflanzenzucht; Olaf Sass) in Hohenlieth und der Gleisdorfer Saatzucht Ges.m.bH (Johanna Winkler). Als Genbank ist u.a. das Leibnizinstitut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben zu nennen (LINK 2009).

Mit der Sichtung genetischer Ressourcen bei Körnererbse (Sommer- und/oder Winterformen) sowie der Anbauoptimierung der verfügbaren Genotypen arbeiten Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Verbände etc. z.T. kooperativ zusammen. Zu nennen sind die Universität Kassel-Witzenhausen, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, C. Schüler, die Getreidezüchtungsforschung Darzau (K.-J. Müller, U. Quendt), das Institut für Ökologischen Landbau am Julius-Kühn-Institut, Trenthorst (H. Böhm). Der Naturland Verband (W.Vogt-Kaute) sowie das For-

schungsinstitut für biologischen Landbau e.V. (FIBL; K.-P. Wilbois) beteiligen sich fachlich an den Forschungsarbeiten und deren Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis.

Innerhalb Deutschlands existiert ein aktives Zuchtprogramm für Sommererbsen bei der NPZ Lembke KG. Hier wurde auch in Kooperation mit RAGT ein Wintererbsenzuchtprogramm aufgebaut (SASS 2013).

Die KWS Lochow GmbH in Bergen hat das Zuchtprogramm für Sommererbsen aufgegeben, Sorten werden noch angeboten.

Die Getreidezüchtungsforschung Darzau arbeitet derzeit an einem Wintererbsenprojekt mit dem Ziel der Entwicklung eines Pflanzenideotyps für den Mischanbau mit Wintergetreide und Selektion von winterharten, hellkörnigen, Voll- und Halbblatttypen (GETREIDEZÜCHTUNG DARZAU 2012).

Zusätzlich finden jährlich Sortenversuche in einigen Bundesländern zu ertraglichen und qualitativen Merkmalen statt. (siehe Anlage A1). Auch die UFOP begleitet innerhalb des Bundesgebietes EU-Sortenversuche zu Ackerbohnen und Erbsen. Die Datenbank [organicxseeds.de](http://www.organicxseeds.de) bietet in Deutschland verfügbares und ökologisch vermehrte Sorten u.a. von Ackerbohnen und Körnererbsen an (<http://www.organicxseeds.com/>).

## Zuchtprogramme für Körnerleguminosen in Europa

(Stand: Februar 2013)

		Körnererbsen		Ackerbohnen		Lupinen
		Sommerform	Winterform	Sommerform	Winterform	blau/weiß/gelb
RAGT 2n	FR	++	+	+	+	-
NPZ	DE	+	+	++	+	-
LIMAGRAIN	FR	++	(+)	+	(+)	-
DESPREZ	FR	++	-	-	-	-
MOMONT	FR	++	-	-	-	-
Lemaire	FR	+				
Unisigma	FR	+				
INRA A.O.	FR	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Selgen	CZ	+				-
Inst. Polen	PL	(+)				-
SZ Gleisdorf	AT	-	-	+	-	-
Wherry&Sons	UK	-	-	-	+	-
SZ Steinach	D	-	-	-	-	++
INRA	F	-	-	-	-	(+)
Inst. PL	PL	-	-	-	-	+
Inst. RUS	RUS	-	-	-	-	+
U. Kopenhagen	DK	-	-	-	-	+
<b>Anzahl</b>		<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Wir lassen Qualität wachsen LEMBKE®

Abb. 1: Zuchtprogramme für Körnerleguminosen in Europa (Stand Februar 2013), (SASS 2013)

### 5.1.1 Ackerbohnen

Besondere Schwerpunkte der Züchtungsforschung am Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen in Kooperation mit o.g. Partnern aus Züchtung und Praxis sind

- Entwicklung geeigneter Methoden der Hybridzüchtung bei Ackerbohnen
- Entwicklung von Methoden für die Züchtung von Ackerbohnen-Synthetiks, Züchtung auf Ertragshöhe und -stabilität bei Synthetiks
- Züchtung und Selektion auf Winterhärte (Winter-Ackerbohne),
- Züchtung und Selektion auf Trockenstresstoleranz

Seit den 80er Jahren wird an der Universität Göttingen eine genetisch breite Winterackerbohnen-Population unter natürlicher Auslese auf verbesserte Überwinterung hin ausgelesen. Seit 1999 gibt es eine aktive Kooperation zwischen der NPZ Lemke KG

(O. Sass), dem Göttinger Institut für Pflanzenzüchtung und der Versuchsstation Oberer Lindenhof (LSA, Universität Hohenheim, C. Schön). Innerhalb dieser Kooperation wurde die Göttinger Winter-Ackerbohnen-Population in über 300 Familien zerlegt und diese agronomisch evaluiert (LINK 2004).

#### 5.1.1.1 Hybridzüchtung:

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe war/ist die Entwicklung geeigneter stabiler CMS-Systeme für eine erfolgreiche Hybridzüchtung bei der Ackerbohne.

Hybride der Ackerbohnen weisen höhere Kornerträge, höhere Ertragsstabilität sowie eine bessere Rentabilität im Vergleich zur Linien- oder Populationszüchtungen (Nachbauproblematik) auf.

Bei der Entwicklung von geeigneten CMS-Systemen für eine Hybridzüchtung der Ackerbohne wurden deutliche Fortschritte erzielt.

Im Rahmen des BLE-finanzierten Projektes „**Neue CMS-Systeme für die Produktion von Minor- x Major-Hybridsorten bei *Vicia faba* L.: genetische und züchterische Analyse**“ (95HS069; 1996 – 1999) wurden zwei CMS-Systeme für die Bestäubungslenkung bei der Erzeugung von Hybridsaatgut untersucht. Untersuchungsfaktoren waren hierbei Genzahl, Genwirkung, Interaktion mit Heterozygotie und Umwelt (VAUPEL 1999).

Im Rahmen der Arbeiten wurde zunächst ein viel versprechendes CMS-System (CMS 199) identifiziert, welches in der Folgezeit weiterentwickelt und geprüft wurde. Das nachfolgende Verbundprojekt zwischen der Universität Göttingen (99HS027) und der Universität Hohenheim (99HS010) „**Identifizierung und Analyse von Formkreisen bei Ackerbohnen-Elitematerial sowie die Entwicklung von Basismaterial für die Hybridzüchtung**“ (2000-2003) brachte einen maßgeblichen Beitrag zur Etablierung der Hybridzüchtung bei Ackerbohnen.

Im Zentrum des Teilprojekts 99HS010 stand die morphologische Charakterisierung der Linien, die Erhaltung und Vermehrung von Kreuzungseltern, die Produktion dialleler sowie faktorieller F1-Hybriden zur Einteilung des Zuchtmaterials in heterotische Gruppen, die Selbstung der F1-Hybriden zu F2-Hybriden sowie die Leistungsprüfung der Kreuzungseltern, der F1- und F2-Hybriden.

Die Analyse des mitteleuropäischen Minor-Genpools mittels faktorieller und dialleler Testkreuzungen auf Kombinationsfähigkeit hob die Vorteile der Hybridzüchtung gegenüber der Linienzüchtung deutlich hervor. Die deutliche Überlegenheit einzelner Linienkombinationen in Vergleich zu den im Projektzeitraum zugelassenen Standardsorten ergab erste Hinweise für Kreuzungen mit hoher Heterosis und F1-Leistungen.

Das Ausmaß für Ertrags-Heterosis lag im Mittel bei 70%, der Heterosis-Effekt für Kornertrag bei durchschnittlich 43% für die geprüften Elternlinien, die F1- und F2-Hybriden. In den F2-Hybriden war die Heterosis im Vergleich zu den F1-Hybriden nur halb so groß.

Aufgabe im Teilprojekt 95HS010 war die Entwicklung molekularer Marker, die mittels Amplified Fragment Length Polymorphism-Methodik (AFLP) in Testkreuzungen mit unterschiedlichen Linien geprüft und abgesichert werden sollten.

Es ergab sich keine klare Gruppierung der Ackerbohnen-Genotypen hinsichtlich ihrer Variabilität. Die Gruppe der asiatischen Linien unterschied sich hingegen deutlich von den europäischen und nordafrikanischen Genotypen.

Aufgrund der begrenzten Markerleistung war eine Vorhersage der Heterosis oder Hybridleistung nicht möglich (LINK 2003).

Die Realisierung der Hybridzüchtung bei der Ackerbohne scheiterte bisher stets an der mangelnden Stabilität der Pollensterilität, d.h. am Trend zur spontanen Reversion zur Fertilität in den CMS-Linien. Bis heute (LINK 2013) ist es noch nicht gelungen, ein stabiles CMS-System zur kontrollierten Durchführung von Kreuzungen bei Ackerbohnen durchzuführen, um Hybridsorten der Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen.

Hingegen erweist sich die Züchtung synthetischer Sorten als erfolgreiches Konzept (siehe Forschungsarbeiten zur Winterhärte).

#### 5.1.1.2 Winterhärte

In den Jahren 2002 – 2007 beschäftigte sich das Institut für Pflanzenzüchtung, Göttingen mit der Prüfung von Winter-Ackerbohnen in der Praxis und deren züchterische Weiterentwicklung zu profitablen, einheimischen, ökologisch adaptierten Winter-Ackerbohnen. Eine genetisch breite Variation der Ackerbohne ermöglicht es, agroökologische und Umweltschwankungen ausgleichen zu können, um so das Anbauisiko im ökologischen als auch im konventionellen Anbau zu minimieren (VOGT-KAUTE 2004, ANONYM 2004).

Im Rahmen des Projekts „**Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau – Teilprojekt 1**“ (2002-2004, [02OE451/1](#)) wurden auf 20 Praxisbetrieben in ganz Deutschland mit maximaler Diversität insbesondere des Klimas drei Winterackerbohnen-Typen (Göttinger Population, Silver, Target) ausgesät. Die Auswinterungsverluste waren sehr hoch. Die überlebenden Pflanzen der „Göttinger Population“ werden als wertvolle natürliche Auslese hinsichtlich Winterhärte bewertet (VOGT-KAUTE 2004).

Auch im **Teilprojekt 2** (2002-2004, [02OE451/2](#)) kam es auf den zwei Göttinger Standorten bei den fast 50 Familien der „Göttinger Population“ zu einer sehr harten Auslese auf Winterfestigkeit. Weiterhin wurden mit diesen als sehr frosthart bonitierten Genotypen viel versprechende Kreuzungen mit Vicin/Convicin-armen Genotypen (cv. Mélodie) durchgeführt. Im Vegetationsverlauf später zu bonitierende Merkmale wie Standfestigkeit, Ertrag wurden allerdings nicht mehr realisiert.

Stattdessen wurde die Göttinger Population mit ihren 350 Linien morphologisch-agronomisch beschrieben und ihr Samenproteingehalt untersucht. Dies stellt eine wertvolle Basis zur Identifizierung von Linien für den ökologischen Landbau dar (ANONYM 2011).

Das Folgeprojekt „**Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingun- gen: Vergleich zwischen bester reiner Linie und genetisch breiter Population am Beispiel Sommer- und Winterackerbohne**“ (2004-2007, 03OE438) ermöglichte den Vergleich hinsichtlich ihres agronomischen Wertes für konkrete ökologisch bewirtschaftete (ein konventioneller) Standorte.

Vier verschiedene Ziele wurden bei dieser Studie verfolgt:

1. Entwicklung lokal angepasster Ackerbohnen-Sorten für einige ökologisch wirtschaftende Betrieb in Deutschland
2. Vergleich einer lokalen Ackerbohnen-Sorte mit der üblichen, überregionalen Pflanzenzüchtung und Vergleich von Inzuchtlinien mit synthetischen Sorten als Sortentyp für die ökologische Landwirtschaft
3. Abschätzung der Wirkung der Heterogenität des Inzuchtstatus und der Wuchshöhe auf die Konkurrenz zwischen Fababohnen-Genotypen
4. Prüfung der Konkurrenzkraft zwischen Unkraut und Ackerbohnen-Genotypen, wenn sich die Bohnen in ihrer Heterozygotie, Heterogenität und Wuchshöhe kontrastierend unterscheiden.

Aus den Versuchen ist abzuleiten, dass „aufgrund der großen Genotyp x Ortsinteraktionen der ökologischen Anbauorte eine lokale Züchtung höhere Selektionsgewinne versprach und offensichtlich effizienter wäre als die überregionale Züchtung. Trotz der großen Varianz zwischen Inzuchtlinien, die einer lokalen Züchtung zur Verfügung steht und die einen hohen Ausleseertrag erlaubt, waren die Synthetiks mit dem höchsten Ertrag in beiden Züchtungsstrategien aufgrund ihrer partiell genutzten Heterosis den Linien mit dem höchsten Ertrag überlegen. Durch ihre Heterogenität und Heterozygotie haben synthetische Sorten den Vorteil, an einem gegebenen Anbauort über die Jahre stabiler und auch anpassungsfähiger zu sein. Außerdem zeigte sich klar, dass Heterogenität für den Inzuchtstatus, eine Eigentümlichkeit von Fababohnen-Synthetiks, von Vorteil ist und zu einer Erhöhung der Ertragsleistung führt“ (GHAOUTI ET AL. 2007). Der Vergleich zwischen der lokal ertragreichsten Linie und der lokal als ertragreichste vorhergesagten Synthetik geht bei den Winter-Ackerbohnen noch stärker als bei den Sommer-Ackerbohnen zugunsten der Synthetiks aus. Sichtbar wird hier der zusätzliche Nutzen der Heterosis bei der Überwinterung.

Heterogenität der Wuchshöhe im Fall von Inzuchtlinien wurde nicht als Vorteil für die Ertragsleistung gefunden (GHAOUTI ET AL. 2007).

Die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern stieg mit der Heterozygotie der Genotypen (hier nur So-AB bewertet, Wi-AB ausgewintert). Innerhalb einer genotypischen Struktur (z.B. innerhalb der Gruppe der Inzuchtlinien) wurde keine Korrelation zwischen der Ertragsleistung von Genotypen und ihrer Konkurrenz-Reaktion gefunden. Die Konkurrenzkraft gegen Unkräuter wurde durch frühe Blüte, hohen Wuchs und hohe Heterozygotie verbessert.

Generell erschien Heterozygotie und Heterogenität notwendiges Charakteristikum einer Sorte zu sein, um zu den Bedingungen und Auflagen der ökologischen Landwirtschaft zu passen. Als angemessener Sortentyp erscheint somit die synthetische Sorte (GHAOUTI ET AL. 2007).



Ackerbohnen-Synthetiks eignen sich sowohl für die ökologische als auch für die konventionelle Landwirtschaft. Aufgrund ihrer Heterogenität (genetische Variabilität) können Synthetiks überraschende Umwelteffekte abpuffern. Diese Sorten erleiden bei einem Nachbau keine genetisch bedingten Leistungseinbußen, sondern erfahren eine Adaption an die lokalen Standortgegebenheiten (LINK 2013). Für die Züchtung synthetischer Sorten sind Zeitfenster von ca. 15 Jahren zu kalkulieren sowie eine räumliche Isolierung erforderlich. Das System der Züchtung synthetischer Sorten wurde in enger Kooperation zwischen der Universität Göttingen und der NPZ Lembke KG zur Praxisreife entwickelt. Derzeit stehen die synthetische Sommer-Ackerbohnen Sorten Fuego, Fanfare sowie Taifun (EU-Sorte) und Vertigo (englische Sorte) dem Markt zur Verfügung (SASS 2013).

Die Züchtung von Winterackerbohnen-Inzuchtlinien wurde weiterverfolgt. Dabei konnte die bekannte Quelle für Frostresistenz, Côte d`Or, bei den 18 Winter-Ackerbohnen-Inzuchtlinien herausgearbeitet werden. Kreuzungen zwischen Linien mit sich ergänzenden Eigenschaften wie Côte d`Or und Bulldog wurden perspektivisch für eine spätere Nutzung bereits durchgeführt (GHAOUTI ET AL. 2007).

(Weitere Arbeiten am Göttinger Institut auf Frosthärte von Winterackerbohnen (EU-FABA-Projekt 2003 – 2007; Faba bean breeding for sustainable agriculture in EUROPE).

Viel versprechende Eltern für Züchtungsarbeiten hinsichtlich Winterhärte sind die Prüfglieder Hiverna (bzw. Hiverna/2), die Linie Bulldog/1, die Sorte Karl und die Göttinger Winter-Ackerbohnen-Population. Neue spekulative Linien erwiesen sich als frostresistent. Auch aus Kreuzungen mit einer Sommerbohne (Scirocco) können sich nützliche frostharte Linien herauspalten.

Der Gehalt von Linolensäure (C18:3) ist auch bei der Winter-Ackerbohne ein Merkmal, welches im Zusammenhang mit der Frostresistenz aussichtsreich ist. Weitere Mechanismen für eine gute Überwinterung können der Gehalt an sekundären Inhaltsstoffen wie Prolin, spezielle Zucker oder Protein sein, dass die Härtung nach milden Phasen und zu Winterende nur langsam zurück geht, dass eine Resistenz gegen Frosttrocknis vorliegt, ebenso wie die Resistenz gegen bodenbürtige Pilze in der kritischen Zeit direkt nach der Schneeschmelze (LINK und ARBAOUI 2005).

Die von ARBAOUI ET AL. (2008) in Göttingen etablierte Methode der Frostkammerversuche wurde im Rahmen der Arbeiten von ROTH (2010) weiter technisch optimiert. Die Ergebnisse der Frostkammerversuche von 36 Winterackerbohnenlinien zeigten, dass die „Göttinger Population“ einen Pool von Genotypen enthält, die sowohl die kälteempfindlichste als auch die frosttoleranteste hervorbringt. Die Kombination von „sehr guter Frostkammerindex“ und „niedriger Krankheitsbonitur“ (*Ascochyta*, *Botritis*) vereint ebenfalls Linien aus der „Göttinger Winter-Ackerbohnenpopulation“ (RAUBER UND LINK 2011, „**Evaluierung von Winter-Ackerbohnen als Zwischenfrucht für eine ökologische Biogasproduktion**“; 2007-2010, 05NR140).

Eine genetische Verbesserung der Winterhärte lässt auch in Deutschland anbauwürdige Wintersorten erwarten.

### 5.1.1.3 Trockenstress-Toleranz

Bei der Trockenstress-Toleranz wird die Empfindlichkeit einer Art bzw. Sorte gegenüber Wasserverfügbarkeit und Temperatureinwirkung beschrieben.

Trockenstressversuche bei 18 Sommer-Ackerbohnenlinien verdeutlichten den notwendigen Bedarf, weitere Genotypen als Kreuzungspartner zu berücksichtigen, um das Zuchtmaterial zu verbessern (GHAOUTI ET AL. 2007).

Die Trockenstress-Toleranz bei der Winter-Ackerbohne ist das Ziel des derzeit laufenden Verbundprojektes „**Vorbereitung einer markergestützten Verbesserung der Trockenstress-Toleranz bei der Ackerbohne**“ (2011-2014; [Innovation-28145.059-10](#), [Innovation-28145.060-10](#), [Innovation-28145.061-10](#)).

Ziel ist die züchterische Entwicklung von Winter-Ackerbohnen mit deutlich verbesserter Trockenstress-Toleranz. Es sollen die Inzuchtlinien der Göttinger Winter-Ackerbohnen-Population phänotypisiert (Trockentoleranz im Feld und physiologische Merkmale) und via DNA-Marker genotypisiert werden. Die Kooperation erfolgt mit der Universität Göttingen, NPZ Lembke (OS) und JKI in Groß-Lüsewitz (CB) (FISA 2012).

### 5.1.1.4 Wertbestimmende Inhaltsstoffe

siehe hierzu Kapitel 5.1.2

Von LINK (2009, 2012, 2013) wurden für die Ackerbohne wegweisende Forschungsperspektiven genannt:

- Winterhärte, Frosttoleranz
- Trockenstresstoleranz
- Weitere Ausreizung der Heterosis bei den Synthetics
- Resistenz gegen Pilzkrankheiten
- Hybridzüchtung (Steigerung Ertrag und Ertragssicherheit), wenn der Forschungszeitraum über mindestens 12 Jahre gesichert ist.

## 5.1.2 Erbsen

Themenschwerpunkte der von der BLE geförderten Projekte im Bereich der Erbsenzüchtung waren/sind

- Evaluierung und züchterische Entwicklung der Winterhärte von Wintererbsenherkünften
- die Selektion auf Methioninreichtum
- die Evaluierung und züchterische Entwicklung der Virusresistenz bei Erbsen

### 5.1.2.1 Winterfestigkeit

Winterformen der Erbse stehen für den Anbau zur Verfügung. Allerdings ist aufgrund ihrer geringen Winterhärte, genauso wie bei Ackerbohnen und Lupinen, ihr Anbau auf humide, wintermilde Standorte beschränkt (UFOP 1996). Für die Wintererbse gibt es auch 2012 keine, vom BUNDESSORTENAMT (2012) zugelassene Wintererbsensorte

In 2002/2003 wurden mehrere alte Wintererbsenherkünfte aus Genbankbeständen (aus MOE-Ländern mit vermutlich größerer Winterhärte) im Vergleich zu modernen, in der EU zugelassenen Sorten auf ihre Anbaueignung an zwei Versuchsstandorten der Universität Kassel/Witzenhausen geprüft („**Prüfung verschiedener Herkünfte von Wintererbsen auf ihre Anbaueignung im ökologischen Landbau**“; [02OE566](#)).

In 2002-2004 wurden 3 Wintererbsen-Typen (EFB 33 und Assas (Blatttypen), Iceberg (halbblattlos)) in 20 Naturlandbetrieben Deutschlands ausgesät („**Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau – Teilprojekt 1**“; [02OE451/1](#)).

Von 2004-2008 wurde in vier Vegetationsperioden die Anbaueignung von vier normalblättrigen Wintererbsen aus der Genbank Gatersleben mit drei Wintererbsensorten (cv. Assas, Cheyenne (04/05 – 06/07) bzw. Spirit (03/04), EFB 33) und einer Sommererbse (cv. Santana) geprüft. Auf je zwei Standorten wurden sie in Rein- und Gemengesaat mit Roggen bzw. Sommergetreide für den Ökologischen Landbau getestet („**Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau**“; [03OE074](#)). Ziel war es geeignete Genotypen für einen Anbau in Deutschland für eine Grün- und Körnernutzung zu evaluieren und geeignete Mischungsverhältnisse im Gemengeanbau mit Roggen für eine Druschnutzung zu entwickeln. Weiterhin sollte der Aussaatzeitpunkt für diese Wintererbsenprototypen in Rein- und Gemengesaat mit Roggen für eine Grün- bzw. Druschnutzung optimiert werden.

Es zeigte sich, dass bis auf die Sorte EFB 33 alle übrigen modernen Wintererbsensorten keine ausreichende Winterhärte hatten und empfindlich auf ungünstiges und kaltes Winterwetter reagierten. Erbsenherkünfte aus der Genbank wiesen ebenfalls eine ausreichende Winterhärte auf (URBATZKA ET AL. 2003; VOGT-KAUTE 2004; URBATZKA ET AL. 2008).

Weiterhin wurde deutlich, dass die Wintererbse relativ besser abschnitt als die Winterackerbohne (VOGT-KAUTE 2004).

Die Anbauwürdigkeit von Körnererbsen in der ökologischen Landwirtschaft durch Erweiterung des Sortenspektrums in Richtung Wintererbsen zu erhöhen und deren Anbau durch Selektion unter ökologischen Anbaubedingungen nachhaltig zu sichern, wird weiterverfolgt und ist das Ziel des 2010 initiierten und bis 2013 laufenden Projektes der Universität Kassel/Witzenhausen „**Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemenge unter ökologischer Bewirtschaftung**“; **09OE078**) (BLE 2012H).

Es sollen bevorzugt winterfeste, halbblattlose, weiß- und buntblühende, standfeste und determinierte Pflanzentypen entwickelt werden. Über die genannten Eigenschaften hinaus sollen die Pflanzentypen auch auf ihre Eignung im Gemengeanbau mit unterschiedlichen Getreide- und Ölfrüchten getestet werden. Das Projekt wird im Verbund mit der Getreidezüchtungsforschung Darzau (Karl-Josef Müller) durchgeführt („**Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemenge unter ökologischer Bewirtschaftung**“; **10OE008**). Auf zwei weiteren Standorten sollen ab dem dritten Versuchsjahr ausgewählte Genotypen geprüft werden, um die in Frankenhausen und Darzau gewonnenen Ergebnisse abzusichern (BLE 2012J).

Im Teilprojekt der Universität Kassel wird eine Beurteilung der Genotypen bezüglich folgender Parameter vorgenommen: Feldaufgang, Winterhärte, Wachstums- und Vegetationsverlauf (Standfestigkeit, Pflanzenlänge, Beikrautkonkurrenz, Blüh- und Reifezeitpunkt, Krankheits- und Schädlings-toleranz) sowie Ertrags- und Qualitätsparameter. Die Eignung für den Gemengeanbau wird auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen mit Raps, Rübsen und Triticale geprüft. Nach jeder Anbauperiode werden die Selektionsentscheidungen im Hinblick auf die Fortführung der Nachkommenschaften auf Vorschlag des Projektpartners Darzau nach oben genannten Kriterien abgesprochen. An ausgewählten Linien sollen schließlich der Rohprotein- und Tanningehalt sowie die Trypsininhibitoraktivität der Wintererbsen analysiert werden.

Zum Ende des Projektes sollen ausgewählte Prototypen von Wintererbsen vorgestellt werden und - wenn möglich - zur Anmeldung beim Bundessortenamt vorgeschlagen werden können. Für die zukünftige Wintererbsenzüchtung soll ein entsprechendes Sortenbild für die Eignung im Mischfruchtanbau mit unterschiedlichen Gemengepartnern beschrieben werden. Aussichtsreiche Linien aus dem jüngeren Zuchtmaterial in der F6-Generation stehen zur Entwicklung weiterer Prototypen zur Verfügung (<http://www.agrar.uni-kassel.de/foel/?c=87>; 06.11.2012, 11:46 MEZ).

Die Forschungsarbeiten stehen kurz vor der Entwicklung von Wintererbsen-Prototypen (vermutlich semileafless) (MÜLLER 2013).

Das seit 2008 laufendes Projekt „**Netzwerk Ökologische Pflanzenzüchtung: Möglichkeiten und Methoden, Grenzen zwischen klassischen und „gentechnischen“ Züchtungsmethoden, partizipative Pflanzenzüchtung**“ (06OE135) beschäftigt sich mit dem Aufbau und der Etablierung eines Netzwerkes zur Züchtung für den Öko-Landbau. Projektleitung liegt beim Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland e.V. (FiBL) (WILBOIS ET AL. 2012). Das Projekt wurde vor dem Hintergrund der starken Abhängigkeit des ökologischen Anbaus von konventionell gezüchteten Sorten sowie dem stetig zunehmenden Einsatz molekularbiologischer Techniken in der Pflanzenzucht konzipiert. Alle wichtigen Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette aus Wissenschaft, Verbänden, Initiativen, Beratern und Praktikern sollen eingebunden werden. Im Bereich der Ackerkulturen wurde der Wintererbse, die in Ringversuchen praxisüblich im Gemenge mit Winter-Triticale angebaut wurde, besondere Bedeutung geschenkt.

Es wurden winterharte lang- und kurzstrohige Wintererbsen verschiedener Sorten und Herkünfte aus Europa und den USA und Genbankherkünfte auf verschiedenen Standorten verglichen.

Tab. 1: Übersicht der Wintererbsengenotypen

Name	Herkunftsland	Convarietät	Blatttyp	Herkunft/Sorte *
„Albanien“ 1	Albanien	speciosum	normalblättrig	Herkunft
„Albanien“ 2	Albanien	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Assas	Frankreich	sativum	normalblättrig	EU-Sorte
EFB 33	Deutschland	speciosum	normalblättrig	EU-Sorte
„Griechenland“	Griechenland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Lucienhofer	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Münchner Tiroler	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Nischkes Riesengebierts	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Santana (Sommererbse)		sativum	semi-leafless	Sorte
Spirit bzw. Cheyenne	Frankreich	sativum	semi-leafless	EU-Sorte
Unrra	Ungarn	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Württembergische	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft

\* Herkünfte: Saatgut stammt aus der Genbank in Gatersleben

Sorten: in der EU zugelassen; EFB 33 wird zu Versuchszwecken eingesetzt und vermehrt

Die französischen Sorten zeigten keine für deutsche Anbaubedingungen ausreichende Winterhärte. Mit der in der EU zugelassenen Sorte EFB33 steht eine Sorte mit ausreichender Winterhärte zur Verfügung.

Im Versuch brachten die von den normalen Typen (langstrohig, Blatttyp, buntblühend – kurzstrohig, halbblattlos, weißblühend) abweichenden amerikanischen Sorten Granger (langstrohig, halbblattlos, buntblühend) und Glacier (kurzstrohig, Blatttyp,

buntblühend) keine auffälligen Ergebnisse.

Die Zuchtstämme aus den USA zeigen einen modernen Wuchstyp und blühen weiß, was sie auch für die Verfütterung an Monogastrier interessant macht. Demgegenüber sind die genetischen Ressourcen buntblühend, mit entsprechenden Abschlägen für die Verfütterbarkeit, und der Wuchstyp für den Anbau als Körnererbse eher ungeeignet, jedoch weisen sie ein sehr hohes Ertragspotential auf.

Die beiden Zuchtstämme Stamm 60 (mittellang, halbblattlos, weißblühend) und Stamm 61 (mittellang, Blatttyp, weißblühend) befinden inzwischen in Österreich in der Wertprüfung.

Das Netzwerk hat dazu beigetragen, dass in Zukunft neue Wintererbsen-Sorten für den ökologischen Landbau in Aussicht gestellt werden könnten. Außerdem wurden durch die Erkenntnisse im Netzwerk neue Forschungsfragen und Zuchtziele entwickelt, die direkt in die Formulierung eines Züchtungsprojektes für Wintererbsen im Rahmen des BÖLN mündeten (siehe oben [09OE078](#) in Verbund mit [10OE008](#)).

Durch das Netzwerk wurde der Anbauumfang von Wintererbsen erhöht, sowie die Forschung im Hinblick auf die Gemengeanbaueignung und phytopathologische Aspekte im Anbau von Wintererbsen angespornt. So wurde ein konventioneller Züchter (NPZ Lembke KG (WILBOIS 2013)) u.a. auch durch die Aktivitäten des Netzwerks angeregt, sich im Bereich Wintererbsen zu engagieren (WILBOIS ET AL. 2012). Die Firma BSV Saaten wurden durch die Aktivitäten um die Sorte EFB33 innerhalb des Netzwerkes angeregt, die Sorte „Arkta“ als EU-Sorte anzumelden (WILBOIS 2013).

### 5.1.2.2 Entwicklung virusresistenter Erbsen

Zwischen 1994 und 1998 beschäftigte sich die Universität Hannover, Institut für Gemüse- und Obstbau in Verbund mit der BBA Braunschweig mit der Entwicklung virusresistenter Erbsen. Unter Anwendung gentechnischer Verfahren sollten virusresistente Erbsen produziert werden. Diese sollten sich durch ein hohes Maß an Resistenz, eine hohe Resistenzstabilität und ein breites Wirkungsspektrum auszeichnen (**„Transgene Erbsen – Berücksichtigung alternativer Strategien zur Etablierung einer stabilen, genetisch vermittelten Resistenz gegenüber PSbMV-Infektionen“**; [94HS008a](#) und [94HS008b](#)). Informationen über die erzielten Ergebnisse liegen nicht vor.

### 5.1.2.3 Wertbestimmende Inhaltsstoffe bei Ackerbohnen und Erbsen

Zur Erhöhung des Einsatzes von einheimischen Körnerleguminosen in Futtermischungen ist ein höherer Proteingehalt und insbesondere eine Erhöhung des Methioningehaltes in den Leguminosen wünschenswert (UFOP 1996).

In dem Projekt **„Selektion auf Methioninreichtum bei heimischen Leguminosen (*Vicia faba*, *Pisum sativum* und *Lupinus angustifolius*)“** (2008 – 2010; [05OE024](#)) wurden erste Schritte unternommen, um Pflanzen mit methioninreichen Samen durch einfache phänotypische und chemische Indikatoren zu identifizieren. Phänotypische

Auswahlkriterien waren der S-Gehalt der Samen, der Blattchlorophyllgehalt und die Keimwurzellänge in Ethionin (Et-Test) von wachsenden Pflanzen.

Der Blattchlorophyllgehalt ergab keinen belastbaren Test auf Methionin- oder S-Gehalt der Samen. Die Methodik des Et-Tests wurde erfolgreich entwickelt, aber aufgrund zu geringer Probenzahl noch nicht abschließend bewertet.

Im Rahmen der Untersuchungen konnten keine erfolgreichen phänotypischer Selektionskriterien entwickelt werden.

Die aus der Literatur bekannte negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und relativem Methioningehalte konnte bestätigt werden.

Die Methioningehalte zeigten mit 12-22% (g/16gN) bzw. 16-24% (g/kg) positive Abweichungen vom Mittelwert eine hohe Variabilität des Merkmals. Bereits auf Basis dieser natürlichen Variabilität erscheint die Züchtung von methioninreichen Körnerleguminosen mit dem bestehenden Sortiment erfolgversprechend. Eine breit angelegte Selektion von Einzelpflanzen aus bestehenden Sorten und Linien nach exakt bestimmten Aminosäuregehalten im Samen, z.B. über NIR, erscheint den Wissenschaftlern empfehlenswert (SCHUMACHER UND PAULSEN 2010)

Die Kornqualitäten hinsichtlich der wertbestimmenden Inhaltsstoffe der im Projekt **03OE074** (s.o.) geprüften Wintererbsensorten mit der besten Winterhärte (EFB33, vier Herkünfte) waren mindestens vergleichbar mit denen der Sommererbsensorte Santana. Die Wintererbsensorten zeigten aber einen deutlich höheren Gehalt an wertmindernden Inhaltsstoffen.

Die Rohproteingehalte der normalblättrigen Wintererbsen lagen bei 25 – 28% in der TM. Im Vergleich zur Sommererbse wurden bei EFB33 und den vier Wintererbsenherkünften signifikant höhere Gehalte beim Lysin, Tryptophan und Arginin gefunden, was bedeutungsvoll für die Geflügel- und Schweinefütterung ist.

Als wertmindernde Inhaltsstoffe wurde bei diesen Wintererbsen allerdings mit 2-4 mg/g eine etwa doppelt so hohe Trypsininhibitoraktivität als bei der Sommererbse gefunden. Auch der Gehalt an kondensierbaren Tanninen war mit etwa 0,5-3% in der TM deutlich höher als bei der nahezu tanninfreien Sorte Santana (URBATZKA ET AL. 2008).

Die Züchtung und Produktion von Körnerleguminosen mit ausgewählten wertbestimmenden Inhaltsstoffe steht in zwei Teilprojekten des Verbundprojektes „**LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebensmittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung** „ (**28154.070-10 bis 28154.079-10**) (Laufzeit 2011 – 2014) im Vordergrund (ROHN UNVERÖFFENTLICHT) (siehe auch Kapitel 2 und 7).

An erster Stelle der 7 Aufgabenbereiche steht die Züchtung im **Arbeitspaket 1: Strategien zur Züchtung und Produktion flavonoidangereicherter Körnerleguminosen**. Am Beginn der Wertschöpfungskette selektieren die Leguminosenzüchter genetisch divergente Genotypen von Körnerfuttererbsen/Gemüseerbsen und Ackerbohnen für die weiterführenden Inhaltsstoffuntersuchungen. Für 44 Sorten werden

hierzu die mehrjährigen Wertprüfergebnisse, die Ergebnisse der Landessortenversuche, innerbetriebliche Leistungsprüfungen und Qualitätsanalysen gesichtet und bewertet (28154.078-10: „**Selektion von Kandidaten zur Auswahl von Genotypen, Bereitstellung von Sorten sowie Produktion von standardisierten Partien für Inhaltsstoffuntersuchungen**“

(GFP: Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V., Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg-Lembke KG (NPZ), O. Sass )

Weiterhin werden in Erbse und Ackerbohne die genetische Variabilität für verschiedene Flavonoide exemplarisch untersucht und spezifische Sorten ausgewählt, die die gesamte Bandbreite der für Leguminosen typischen Profile und Gehalte aufweisen. Darauf aufbauend sollen Strategien für eine züchterische Nutzung zur Erzeugung von Körnerleguminosen mit erhöhten Konzentrationen spezifischer, bioaktiver Sekundärmetabolite (v.a. Flavonoide) entwickelt werden. Die Auswahl geeigneter Kandidatengene der Flavonoidbiosynthese und die Identifizierung von Sequenzvarianten ist die Voraussetzung für die Entwicklung von Markern, die wiederum in der Präzisionszucht (SMART-Breeding) oder Marker untergestützten Auswahl (MAS) herangezogen werden können (28154.073-10: „**Strategien zur Züchtung und Produktion flavonoidangereicherter Körnerleguminosen**“

IGZ: Leibniz-Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau, Abt. Qualität (M. Schreiner) (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).



## 5.2 Optimierung der pflanzlichen Erzeugung (Pflanzenbau)

Mit dem Anbau von Körnerleguminosen, hier von Ackerbohnen und Körnererbsen, verfolgen die Landwirte verschiedene Ziele:

- Innerbetriebliche Erzeugung von Eiweißfuttermitteln
- Erzeugung von verkaufsfähigen Marktprodukten
- Erweiterung der Fruchtfolge (phytosanitäre Gründe, Vorfruchteffekte, ...)
- Nutzung der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit

Die Ziele sind hinlänglich bekannt und in zahlreichen Untersuchungen bestätigt (z.B. UFOP 1996). Die mit der Integration von Körnerleguminosen in die Fruchtfolgen auftretenden Probleme und Fragestellungen werden bis heute umfassender wissenschaftlicher Untersuchungen unterzogen.

Chancen im Leguminosenanbau bieten sich durch die Spannweite in ihrer Anbaueignung. Hierdurch ist es möglich, Anbausysteme zu entwickeln, die auf bestimmte Anbauregionen und ihrer Standorte abgestimmt sind. Hierdurch kann ein maximales Potenzial an Anbauflexibilität, Flächenproduktivität und Ökosystemleistungen für Leguminosen ausgeschöpft werden.

Abgestimmt auf die spezifischen Fruchtarten, Nutzungs- und Bewirtschaftungsformen und Standorte müssen Anbautechniken für heimische Leguminosen pflanzenbaulich optimiert werden (DAFA 2012).

Die UFOP (1996) hat in ihrer Studie zum Körnerleguminosenanbau für den Bereich des praktischen Anbaus von Körnerleguminosen und deren Integration in Bodennutzungssystemen Forschungsbedarf ermittelt. Es werden drei Schwerpunkte formuliert:

1. Grundlagenforschung: Methoden zur Quantifizierung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung, Ökobilanzierung
2. Ertragserhöhung von Körnerleguminosen: verlustminimierende Ernte- und Nachernteverfahren, Optimierung der Anbautechnik und –verfahren (Systemuntersuchungen), Weiterentwicklung von Pflanzenschutzmaßnahmen (incl. Schadensprognose, Risikobewertung)
3. Weiterentwicklung umweltverträglicher Produktionssysteme mit Körnerleguminosen: Minimierung Stickstoffverluste, phytosanitäre Einflüsse, Optimierung von Vorfruchteffekten, Entwicklung ökonomisch und ökologisch nachhaltiger Landbewirtschaftungsformen.

Verschiedene Vorhaben der BLE widmen sich seit Anfang der 90er Jahre diverser Fragestellung. Es werden in der konventionellen und/oder ökologischen Landwirtschaft z.T. unterschiedliche Strategien entwickelt.

## 5.2.1 Mischfruchtanbausysteme

### 5.2.1.1 Gemengeanbau

Unter Gemengeanbau ist der Anbau von zwei oder mehr Arten oder Sorten zur gleichen Zeit auf demselben Stück Land zu verstehen. Das Gemenge wird in räumlicher oder zeitlicher Anordnung in Form einer gemischten Saat, alternierenden Reihen, abwechselnden Streifen oder gestaffelter Saat realisiert (ANDREWS UND KASSAM 1976 zit. in HOF UND RAUBER 2003). Gemenge sind in der Lage, ökonomische und ökologische Vorteile gegenüber Reinsaaten zu realisieren.

Um einen Einblick in die derzeitige Forschung und Praxis des Gemengeanbaues zu geben, wurde 2002/03 eine Broschüre zum Gemengeanbau erstellt, in der positive ökologische und ökonomische Effekte des Gemengeanbaues zusammengestellt und bewertet wurden sowie der Anbau selbst praktisch dargestellt wurde. Wissen aus der Forschung wurde ergänzt durch eine Befragung von Anbauberatern und Vertretern von Saatgutfirmen, die ökologisches Saatgut bereitstellen. („**Fertigen einer Broschüre zum Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau für die ländliche Praxis**“, 2002-2003, **02OE221**). Die Erfahrungen aus den mehrjährigen Forschungsarbeiten des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen zum Thema Gemenge flossen in die Arbeiten ein.

Die Broschüre geht ausschließlich auf den Anbau von Feldfrüchten für die ackerbauliche Nutzung ein. Dazu zählen Gemenge des Ackerfutterbaus und der Gründüngung oder Grünbache. Diese können als Hauptfrüchte, Zwischenfrüchte und Untersaaten etabliert sein, oder als Gemenge zur Nutzung des Korngutes realisiert werden. In der Auswahl werden die gebräuchlichsten und geeigneten Kombinationen von Arten im Gemenge beschrieben. Hierzu gehören auch die Gemenge mit Ackerbohnen und Körnererbsen zur Körnerernte.

Zielgruppe für diese Broschüre waren primär ökologisch wirtschaftenden Landwirte, ökologische Anbauberater, Bedienstete in den Ministerien, Landesämtern, Landwirtschaftskammern sowie privatrechtlich organisierte Ingenieurbüros mit Schwerpunkten im ökologischer Landbau (HOF UND RAUBER 2003).

Die Broschüre leistete einen Beitrag zur Kommunikation zwischen Forschung und Praxis. Sie ist zurzeit als pdf-Datei unter <http://www.uni-goettingen.de/de/40486.html> abrufbar.

Ein weiteres Ergebnis des Projektes war das Herausstellen von Unsicherheiten bei der praktischen Umsetzung und Bewertung von Gemengen, insbesondere für den ökologischen Landbau sowie bei den Körnerfruchtgemengen.

Für ökologisch wirtschaftende, viehschwache bzw. viehlose Betriebe wurde im Rahmen des Projektes „**Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemengeanbau mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau**“ (2004-2006, **03OE050**) eine neue Strategie zur Erzeugung von Backweizen sehr guter Qualität in einer Kooperation zwischen dem Institut für Pflanzenbau Göttingen und dem Fachbereich Landbau der Hochschule Dresden entwickelt. Das Ziel war es

dabei, ein neues Gemengeanbausystem zu entwickeln, den Anbau von Winterformen der Ackerbohne und Erbse zu fördern und Empfehlungen für die Praxis auszusprechen.

Auf drei unterschiedlichen Standorten wurden unterschiedliche Reinsaaten und Gemenge des Winterweizens (Sorte Bussard) mit Winterackerbohne (Sorte Hiverna) und Wintererbse (Sorte Cheyenne) angebaut.

Der Weizen in Reinsaat wurde mit den Saatstärken 300 Körner/m<sup>2</sup> (100 %) und 60 Körner/m<sup>2</sup> (20 %) und jeweils mit Reihenweiten von 15, 30 und 75 cm analog zum System „Weite Reihe“ allerdings ohne Untersaaten etabliert.

Beim Anbaukonzept „Weite Reihe“ wird die Standraumverteilung der Pflanzen durch eine Erhöhung der Reihenweite gegenüber üblichen Verfahren verändert. In den Reihenzwischenräumen kann eine mechanische Unkrautregulierung durchgeführt werden (Hacken, Mulchen). In die Zwischenräume können Untersaaten eingebracht werden.

Die Gemenge wurden als Mischsaat, in alternierenden Reihen oder Reihen-Streifen-Saat mit einer Saatstärke des Weizens von 60 Körnern/m<sup>2</sup> und der Ackerbohne von 24 Körnern/m<sup>2</sup> oder der Erbse von 64 Körnern/m<sup>2</sup> angelegt. Zum Vergleich gab es darüber hinaus verschiedene Reinsaaten der Körnerleguminosen.

Die Erträge der einzelnen Arten im Gemenge waren in der Regel geringer als in Reinsaat. In der Summe ergab sich zumeist ein relativer Mehrertrag (RYT). Der Weizen erzielte in den Gemengen sehr hohe Kornqualitäten, in der Variante Reihen-Streifen-Gemenge mit Ackerbohnen wurden bis zu 15,4 % Rohproteingehalt gemessen. Positiv korreliert mit dem Proteingehalt waren Feuchtglutengehalt, SDS-Sedimentationswert und Mikro-Rapid-Mix-Test.

Mögliche Ursache der besseren Weizenqualität im Gemenge ist die zeitliche und räumliche Verschiebung der Nutzung des mineralischen Bodenstickstoffes (N<sub>min</sub>). Zusätzlich wurden bis zu 10,2 bzw. 13,1 kg N<sub>2fix</sub> / ha N-Transfer festgestellt (Ackerbohne/Erbse).

Die Nachfrucht Roggen reagierte positiv auf die Leguminosenvorfrüchte in der Reihenfolge Weizenreinsaat < Gemenge ≤ Leguminosenreinsaaten.

Der Gesamtdeckungsbeitrag der Vorfrucht Ackerbohnenreinsaat und Nachfrucht Winterroggen überstieg im Mittel die Leistungen aller anderen Bestände. Die Gemenge mit Ackerbohnen und Erbse lagen im Deckungsbeitrag deutlich über den Reinsaaten des Weizens und der Erbse.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens wurden u.a. in einem Beraterrundbrief umfassend dargestellt und Anbauempfehlungen in Abhängigkeit des Standortes (s. Anbautelegramm) ausgesprochen. Weiterführende Fragestellungen wurden formuliert, zum einen die sehr begrenzte Verfügbarkeit ausreichend winterharter Leguminosensorten und zum anderen ihre Inhaltsstoffe in Verbindung mit der innerbetrieblichen Verwertung als Eiweißfutter. Weiterhin ist eine züchterische Verbesserung einer gleichmäßigen Abreife wünschenswert. Schwierigkeiten gab es bei der Aussaat und Ernte sowie Trennung von Körnerleguminosen-Getreide-Gemengen (HOF UND SCHMIDKTE 2007; HOF-KAUTZ ET AL. O.J.).

Tab. 2: Anbautelegramm Gemenge im Beraterrundbrief (HOF-KAUTZ ET AL. O.J.; siehe auch <http://orgprints.org/15171/>)

	<b>Winterackerbohne/Winterweizen</b>	<b>Wintererbse/Winterweizen</b>
Standort	gute Wasserführung, lehmig-tonige Böden, ab 50 BP	leichte bis mittlere Böden, sandig bis lehmiger Sand, < 50 BP
Vorfrucht	Nichtleguminose z.B. Getreide	Nichtleguminose z.B. Getreide
Nachfrucht	Winterroggen oder -triticale	Winterroggen oder -triticale
Aussaat	01. bis 25. Oktober	20. Oktober bis 10. November
Saattiefe	8 cm (AB), 3 cm (W)*	5 cm (E), 3 cm (W)*
Saatstärke	ca. 30 K/m <sup>2</sup> (AB) + 150 K/m <sup>2</sup> (W) ca. 150 kg/ha (AB) + 65 kg/ha (W)	ca. 80 K/m <sup>2</sup> (E) + 100 K/m <sup>2</sup> (W) ca. 165 kg/ha (E) + 45 kg/ha (W)
TKM der Leguminosen	ca. 485 g	ca. 180 bis 210 g
Saattechnik	wenn möglich getrennt in zwei Säckästen oder zwei Überfahrten	gemeinsame Aussaat möglich
Sorten	zurzeit nur: Hiverna	halbblattlose Körnererbsen aus Frankreich (Cheyenne) oder England
Gemengeform/Reihenabstand (RA)	weiterer RA des Weizens je nach verfügbarer Technik 40 bis 50 cm, dazwischen 2 bis 3 Reihen AB	Mischsaat mit Mischung im Saatgutbehälter möglich oder abwechselnde Reihen
Bestandesführung	keine Unkrautregulierung nötig, Blattläuse und Blattkrankheiten der AB möglich	keine Unkrautregulierung nötig, Erbsenwicklerbefall auch im Gemenge, Blattläuse möglich
Ernte	gemeinsamer Drusch	gemeinsamer Drusch
Trennung	AB-Bruchstücke im Weizen, Trommelsiebreinigung möglich	Schüttelsieb möglich, weniger Bruchstücke der Erbse im Weizen
Nutzung	Korngut: Backweizen, Futterackerbohne	Korngut: Backweizen, Futtererbse
Ertrag zur jeweiligen Reinsaat	39% W + 79% AB	61% W + 65% E
Qualitätsverbesserung Weizen im Vergleich zu den Reinsaaten	+1,1 bis 10,5 Prozentpunkte Protein; +10,5 bis +37,4 Prozentpunkte Feuchtkleber; +6,0 bis 55,5 ml SDS-Sedi.; +24,0 bis 139,0 ml je 100 g Vollkornmehl Backvolumen (MRMT); +10,5 bis 374,0 s Fallzahl	+0,3 bis 7,3 Prozentpunkte Protein; +5,0 bis +33,1 Prozentpunkte Feuchtkleber; +0,0 bis 41,0 ml SDS-Sedi.; +16,0 bis 124,0 ml je 100 g Vollkornmehl Backvolumen (MRMT); +1,3 bis 364,0 s Fallzahl
Deckungsbeitrag #	+13,57 bis +393,77 €/ha (W); -243,04 bis +231,22 €/ha (AB)	-392,87 bis +361,32 €/ha (W); -57,54 bis +691,98 €/ha (E)
Deckungsbeitrag über zwei Fruchtfolgefelder #	+147,40 bis +538,08 €/ha (W); -8,31 bis -758,94 €/ha (AB)	-285,34 bis +876,55 €/ha (W); +6,78 bis +523,87 €/ha (E)

\* W = Weizen, AB = Ackerbohne, E = Erbse; # Differenz zu den Reinsaaten

Nahezu zeitgleich zum o.g. Projekt wurden von der Universität Kassel in Kooperation mit der FH Osnabrück und dem Naturlandverband die Prüfung der Anbaueignung verschiedener Herkünfte von normalblättrigen Wintererbsen als Fortsetzung zum Projekt 02OE556 begonnen.

Ein Teilaspekt dieses Projektes „**Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau**“ (2004-2008, 03OE074) befasste sich mit der Entwicklung geeigneter Mischungsverhältnisse von Wintererbsengenotypen im Gemengeanbau mit Roggen für eine Druschnutzung und weiterhin mit der Optimierung des Aussaatzeitpunktes dieser Genotypen in Rein- und Gemengesaat mit Roggen für eine Grün- bzw. Druschnutzung.

Tab. 3: Übersicht der Wintererbsengenotypen (URBATZKA ET AL. 2008).

Name	Herkunftsland	Convarietät	Blatttyp	Herkunft/Sorte *
„Albanien“ 1	Albanien	speciosum	normalblättrig	Herkunft
„Albanien“ 2	Albanien	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Assas	Frankreich	sativum	normalblättrig	EU-Sorte
EFB 33	Deutschland	speciosum	normalblättrig	EU-Sorte
„Griechenland“	Griechenland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Lucienhofer	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Münchner Tiroler	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Nischkes Riesengebierts	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Santana (Sommererbse)		sativum	semi-leafless	Sorte
Spirit bzw. Cheyenne	Frankreich	sativum	semi-leafless	EU-Sorte
Unrra	Ungarn	speciosum	normalblättrig	Herkunft
Württembergische	Deutschland	speciosum	normalblättrig	Herkunft

\* Herkünfte: Saatgut stammt aus der Genbank in Gatersleben

Sorten: in der EU zugelassen; EFB 33 wird zu Versuchszwecken eingesetzt und vermehrt

Die Aussaatmenge bei den Erbsen in Reinsaat lag bei 80, bei den Getreidearten bei 300 Kö./m<sup>2</sup>. Bei den Gemengen wurden jeweils substitutiv ein Viertel bzw. die Hälfte der Aussaatstärke der Erbsenreinsaat (Gemenge 1: 20 Kö./m<sup>2</sup>, Gemenge 2: 40 Kö./m<sup>2</sup>) und Dreiviertel bzw. die Hälfte der Aussaatstärke der Getreidereinsaat (Gemenge 1: 225 Kö./m<sup>2</sup>, Gemenge 2: 150 Kö./m<sup>2</sup>) gesät. Für den Standort Waldhof bei Osnabrück wurde die Saatstärke für Getreide auf 380 keimfähige Körner je m<sup>2</sup> erhöht (Gemenge 1: 285 Kö./m<sup>2</sup>, Gemenge 2: 190 Kö./m<sup>2</sup>).

Für eine Nutzung zur Grünernte waren Erbsenreinsaat mit einer Aussaat Mitte September aufgrund der signifikant besseren Qualitäten (etwa 5,5 MJ NEL und 15 – über 20% Rohprotein in TM) dem Gemengeanbau mit Roggen vorzuziehen. Die Biomasseerträge der normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat lagen je nach

Standort zwischen 30 und 80 dt TM je ha. Zudem war in den reinen Erbsenbeständen die Stickstoffnachlieferung (N<sub>min</sub>-Werte zum Zeitpunkt des Korndrusches) deutlich größer, so dass die Folgefrüchte im Rahmen von Zweikulturnutzungssystemen von diesem Stickstoff profitieren können (vgl. 98UM108).

Die semi-leafless Wintererbse „Spirit“ bzw. „Cheyenne“ war zu den normalblättrigen Genotypen mit ihrer deutlich geringeren Ertragsmenge keine Alternative.

Aufgrund der zu vernachlässigen Beikrautproblematik bei Winterkörnererbsen im Gegensatz zu Sommerkörnererbsen, ein wichtiger Aspekt im ökologischen Landbau, ist aber der Anbau von Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge für den Korndrusch zu bevorzugen. Hinzu kamen die deutlich höheren Gesamterträge bei den Winterungen im Gemengeanbau. Weiterhin waren die Gemenge aufgrund der Stützwirkung durch den Winterroggen mit dem Mähdrescher problemloser zu beernten.

Für eine Körnernutzung war das Gemenge 2 (Erbsen: 40 Kö./m<sup>2</sup>. Winterroggen: 225 bzw. 285 Kö./m<sup>2</sup>) zu bevorzugen. Die Aussaat ab Ende September zum Zeitpunkt der „normalen“ Saat des Winterroggens in Nordhessen ist als günstiger Aussaattermin wahrscheinlich, muss aber noch durch weitergehende Anbauversuche erhärtet werden (URBATZKA ET AL. 2008).

Erste Ergebnisse aus einem Mischfruchtanbauversuch von Winterweizen und Wintererbse liegen aus dem interdisziplinären Forschungsvorhaben „**Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit**“ (08OE004 – 08OE009 (2008 – 2011); 11OE080 – 11OE085 (2012-2013) vor (WILBOIS UND SCHMIDTKE 2009, HILDEBRAND 2012). Siehe hierzu Kapitel 6.1.

Nach Einschätzung von SCHMIDTKE (2013) und VOGT-KAUTE (2013) werden Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge erfolgreich im ökologischen Landbau angebaut.

Die Gemenge aus Ackerbohnen/Hafer, und Sommererbse/Gerste bzw. Hafer werden als Körnerfruchtgemenge geerntet und meist als Futter an Milchkühe und Rinder verfüttert (SCHMIDTKE 2013). Aber auch das Gemenge aus Wintererbse (meist EFB33) und Triticale wird bevorzugt in der Milchviehfütterung eingesetzt (HAASE 2013).

Der Anbau des Gemenges Ackerbohnen / Winterweizen (Backweizen) wird trotz erfolgreicher Forschungsergebnisse aufgrund der schwierigen sauberen Trennung des Erntegutes sowie pflanzenbaulicher Unwägbarkeiten von der Praxis nicht umgesetzt (SCHMIDTKE 2013, VOGT-KAUTE 2013A).

### 5.2.1.2 Untersaaten in Ackerbohnen und Erbsen

#### Kleegemenge-Untersaaten in Erbse

Das Prinzip „Weite Reihe“ (2004-2007, **03OE100**, „**Ausweitung des Anbaukonzeptes Weite Reihe bei Winterweizen auf Roggen, Hafer, Raps und Körnererbsen. Eine pflanzenbauliche und betriebswirtschaftliche Untersuchung unter Berücksichtigung der Vorfruchtwirkungen**) mit dem Anbau der Hauptfrucht in einem Reihenabstand von 50 cm, der Einsatz von Leguminosen (Kleegemenge) in die Reihenzwischenräume und der Pflege der Reihenzwischenräume mit einem angetriebenen Mulcher, konnte für die Körnererbse aufgrund eines hohen Schaderregerbefalls nicht abschließend geklärt werden. Hinsichtlich des Unkrautregulierungserfolges sowie der Vorfruchtleistung der Leguminose Erbse in Kombination mit der Untersaat ergaben sich keine messbaren Vorteile (BECKER UND LEITHOLD 2007).

#### Kleeuntersaat in Erbse

Die Leistung legumer Untersaaten in Körnererbse hinsichtlich Unkrautunterdrückung, symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung und N-Vorfruchtwirkung wurde im Rahmen des Teilprojektes „**Leistungen legumer Untersaaten in Körnererbsen: Unkrautunterdrückung, symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung und N-Vorfruchtwirkung in Systemen differenzierter Grundbodenbearbeitung**“ (**08OE146**) von 2008-2011 geprüft. Gleichzeitig wurden Systeme unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung (Pflug, Mulchsaat, Direktsaat) getestet. Versuchsstandort der zweijährigen Versuche war Pinkowitz bei Dresden.

Nach der Zwischenfrucht (Hafer, Sonnenblume) wurde die Körnererbse (Sorte Santana, weißblühend, halbblattlos) nach einer Bodenbearbeitung entweder mit Pflug, Grubber oder in Direktsaat gesät (90 Kö./m<sup>2</sup>). Der Erdklee wurde eine Woche nach Einsatz der Körnererbse ausgesät (2000 Kö./m<sup>2</sup>). In der zweiten Oktoberhälfte des gleichen Jahres wurde Winterweizen gesät.

Ein negativer Effekt der Kleeuntersaat auf den Erbsenertrag konnte tendenziell in beiden Jahren festgestellt werden. Im Mittel wurden durch die Untersaat je Hektar 9,31 dt Sprosstrockenmasse der Erbsen weniger gebildet. Weiterhin wurden keine signifikanten Effekte auf die Ertragsparameter Tausendkornmasse (TKM) und Körner je Hülse festgestellt. Jedoch wurden im Mittel mit Untersaat 10 % weniger Hülsen je Pflanze gebildet als ohne Untersaat.

Es konnte kein gesicherter Effekt der Untersaat Erdklee hinsichtlich der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der Körnererbse festgestellt werden.

Der Faktor Untersaat in der Vorfrucht Körnererbse hatte weder in 2010 noch in 2011 einen signifikanten Effekt auf den Korntrag des Weizens. Allerdings wurden tendenziell höhere Kornproteingehalte des Weizens nach Vorfrucht Erbse mit Erdkleeuntersaat gemessen.

Die Untersaat Erdklee wirkte in der Erbsenkultur in allen Systemen der Bodenbearbeitung der Entwicklung von Unkräutern entgegen. In der Folgefrucht Winterweizen konnte kein positiver Effekt auf die Unkräuter festgestellt werden. Hervorzuheben ist

die Möglichkeit mit einer Erdklee-Untersaat das Wachstum des Unkrautes im Zeitraum zwischen Drusch der Körnererbse und Einsaat des Winterweizens deutlich zu mindern.

Aufgrund der hohen Saatgutkosten und die geringen Effekte, die von der Untersaat ausgehen, erscheint das Einbringen einer Untersaat mit Erdklee in Körnererbse aus betriebswirtschaftlicher Sicht kurzfristig nicht sinnvoll (KÖPKE ET AL. 2011).

### **Nichtlegume Untersaaten in Ackerbohnen**

Strategien zur Reduzierung des Nitrataustrages nach dem Anbau von Ackerbohnen mit Hilfe von Grasuntersaaten (Knautgras, Deutsches Weidelgras, Rotschwingel) wurden in den Projekten **91HS016** und **91HS016/a** **„Umweltverträglicher Anbau von Körnerleguminosen (Ackerbohnen) zur Extensivierung der Pflanzenproduktion durch Untersaaten von Gräsern für die Herbst- und Winterbegrünung, zur Verminderung des Nitrataustrages, zum Schutz des Bodens und des Grundwassers sowie Untersuchungen zur Integration und Bewertung in Anbausystemen“** (1993-1996) erfolgreich in zwei verschiedenen Anbaufolgen erarbeitet sowie Hinweise zur Nutzung des in der Gras-Biomasse gesicherten Stickstoffs in den Nachfrüchten entwickelt.

Durch die Grasuntersaaten wurden 20-30 kg/ha N in der oberirdischen Pflanzenmasse festgelegt. Aufgrund der arttypischen Bewurzelung entleerte das Knautgras das Bodenprofil am stärksten. Die Untersaaten übten keinen Einfluss auf die Ertragsleistung der Deckfrucht Ackerbohnen aus. Hingegen wurde eine Ertragswirksamkeit der Grasuntersaaten bis zur dritten Nachfrucht festgestellt.

Die biologisch festgelegten N-Mengen wurden nur langsam wieder freigesetzt, in der ersten Nachfrucht (Winterweizen / Körnermais) traten daher ohne ergänzende N-Düngung Ertragsverluste auf.

In der zweiten (Körnermais / Winterweizen) bzw. dritten Nachfrucht (Feldgras) waren die Erträge (ebenfalls ohne N-Düngung) dagegen erhöht. Die Mindererträge des ersten Jahres konnten aber dadurch nicht vollständig ausgeglichen werden.

Folgt der Ackerbohne mit Untersaaten der Winterweizen, so konnten drohende Mindererträge durch am Ertragsniveau angepasste Stickstoffgaben ausgeglichen werden. Bei auf Ackerbohnen nachfolgendem Körnermais (=Umbruch der Untersaat im Frühjahr) ergaben sich durch die langsame Freisetzung des gespeicherten Stickstoffs aus der Grasbiomasse deutlich stärkere Ertragsnachteile zu Lasten der Untersaat, die sich auch durch eine N-Düngung kaum ausgleichen ließen. Durch die Vorverlegung der Umbruchtermine, die zu einer beschleunigten Stickstofffreisetzung aus der Grasbiomasse führen, könnte die beschriebene Ertragsproblematik im Körnermais entschärft werden. (LÜTKE ENTRUP ET AL. 1998, GRÖBLINGHOFF ET AL. 2001).

Die Problematik der Mindererträge in der ersten Nachfrucht nach Körnerleguminosen (Erbse, Lupine) mit Grasuntersaaten wurde im Projekt **„Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkraudruckes im ökologischen Landbau“** (2004-2007, **03OE180**) ebenfalls beobachtet. Die Grasuntersaaten, hier hatte sich das deutsche Weidelgras besser bewährt als das Knautgras,



zeigten auf leichten zu Frühjahrstrockenheit neigenden Standorten Brandenburgs einen im Vergleich zu Winterrübsen (Zwischenfrucht) negativen Vorfruchteffekt bei Hafer von bis zu 10 dt/ha. Im ökologischen Landbau empfiehlt sich daher eine organische Düngung vor Umbruch der Untersaat.

Als günstiges Untersaatverfahren wird das Exaktverteilen durch Einstreuen mit anschließendem Eintriegeln im Entwicklungsstadium der Körnerleguminose BBCH 13-19 beschrieben. Je niederschlagsärmer die Region und je schwerer der Boden desto früher sollte die Einsaat mit einer Saatstärke von 8-10 kg/ha zur sicheren Bestandesetablierung erfolgen. (BACHINGER ET AL. 2007).

### **5.2.1.3 Ackerbohnen und Erbsen als Beisat/Untersaat oder Zwischenfrucht bzw. zur Ganzpflanzenernte**

Um den positiven Einfluss von Leguminosen in der Fruchtfolge vor allem im ökologischen Landbau weiter auszuschöpfen, wurden in verschiedenen Versuchsanstellungen Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen) als Beisat/Untersaat oder als Zwischenfrucht/Vorfrucht zur Ganzpflanzennutzung in Fruchtfolgeausschnitten integriert und geprüft.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Aussagen über mögliche negative phytosanitäre Fruchtfolgeeffekte der legumen Beisaten und Zwischenfrüchte auf Futter- und Körnerleguminosen als Hauptfrüchte auf Grundlage des heutigen Wissens nicht getroffen werden können. Dennoch sollten die potenziellen Gefahren für die Leguminosenhauptfrüchte durch steigende Leguminosenanteile in Fruchtfolgen durch legumen Zwischenfruchtanbau Inhalt zukünftiger Forschungen zu Anbausystemen im ökologischen und konventionellen Landbau bilden.

#### **Ackerbohne und Körnererbse als Beisat / Untersaat**

Für den Bereich der Winterungen kann das N-Angebot des Bodens erhöht werden, indem eine zusätzliche Stickstoffzufuhr über die Ansaat von abfrierenden Körnerleguminosen als Beisat / Untersaat in vorzeitig ausgesätem Wintergetreide und in Winterraps erfolgt. Diese Fragestellung war Thema des 2004 bis 2007 in Brandenburg und Bayern realisierten Projektes „**Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkrautdruckes im ökologischen Landbau**“ (03OE180; siehe auch „Untersaaten“).

Aufgrund der z.T. sehr schwierigen Wetterlage in den Versuchsjahren konnten für die geprüften Anbauverfahren nur eingeschränkte Praxisempfehlungen abgeleitet werden.

#### Anbauverfahren 1: Wintergetreide mit abfrierenden Körnerleguminosen als Saatpartner

Unabhängig von der Leguminosenuntersaat kann der positive Ertragseffekt der Frühsaat bei Winterroggen und eingeschränkt bei Triticale für leichtere Standorte (Brandenburg) mit geringer witterungsbedingter Auswinterungsgefahr auf Grundlage von Literatur und vorliegenden Ergebnissen als weitgehend gesichert betrachtet

werden. Bei Winterweizen können durch Frühsaaten bei hoher Stickstoffversorgung und entsprechendem Schaderregeraufkommen gerade auf besseren Böden durchaus negative Ertragseffekte auftreten, denen durch entsprechende Sortenwahl (Standfestigkeit, Krankheitstoleranz) begegnet werden kann. Nur in Bayern erbrachten die Varianten mit legumen Untersaaten bei Winterweizen bis zu 5 dt/ha und bei Winterroggen bis zu 10 dt/ha höhere Erträge. Bei Winterweizen bewirkten die Beisaaten nur eine Kompensation der saatzeitbedingten Mindererträge der Frühsaat.

Der bei Frühsaaten mehrfach beschriebene Verdünnungseffekt des Rohproteingehaltes und die damit verbundene verringerte Backfähigkeit kann durch gut entwickelte Körnerleguminosenuntersaaten beträchtlich kompensiert werden (vgl. Gemengeanbau) (BACHINGER ET AL. 2007).

### Anbauverfahren 2: Winterraps mit abfrierenden Körnerleguminosen als Saatpartner

Im Vergleich zu Anbauverfahren 1 konnten die legumen Beisaaten im Raps, bedingt durch den früheren Saattermin von Winterraps, deutlich mehr Biomasse mit N-Mengen bis 80 kg N/ha vor Winter ausbilden. Dabei stammten ca. 50 kg/ha N aus der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung.

Witterungsbedingt waren die Versuche nicht oder nur eingeschränkt auf Ertragseffekte auswertbar.

Die verwendete und optimierte Saattechnik zur simultanen Ansaat von Winterraps (Reihenabstand 25 cm, Saattiefe 2 cm, Saatmenge 55/75 keimfähige Körner m<sup>2</sup>) und Beisaaten (Reihenabstand 25 cm, Saattiefe 4 cm, Saatmenge 2004/2005, 50/35 keimf. Körner m<sup>2</sup>) in getrennten Saatreihen mit angepassten Saadmengen und -tiefen ermöglichte eine sichere Etablierung beider Saatpartner.

„Hierzu wurde eine Sämaschine der Marke Väderstadt Rapid 300 C, die über einen zweiteiligen Saattank verfügt, umgebaut. Die erste Reihe von Drillscharen, die normalerweise aus dem vorderen Teil des Saatgutbehälters beschickt wird, wurde deaktiviert und die dazugehörigen Zuführungsschläuche vom Saatgutbehälter auf die mittlere Drillschar-Reihe ummontiert, so dass die mittlere und hintere Reihe aus verschiedenen Teilen des Saatguttanks beschickt wurden. Da die hintere und die mittlere Reihe um eine Reihenbreite versetzt arbeiten, konnten so Leguminosen und Raps in wechselnden Reihen ausgebracht werden. Durch ein schräges Anstellen der Sämaschine konnte zusätzlich eine unterschiedliche Ablagetiefe für die mittlere und die hintere Scharreihe erreicht werden“ (BACHINGER ET AL. 2007).

Bei beiden Anbauverfahren eigneten sich schnellwüchsige Saatpartner, die nach dem Abfrieren entweder weitgehend stehen bleiben wie Lupine oder Ackerbohne, oder wie die feinblättrige Sommerwicke sich nicht mattenartig auf den Hauptfruchtbestand legen. In Gegenden mit höherem Wildbesatz ist von blauer Süßlupine wegen der sehr starken Wildverbissgefahr abzuraten.

Frühsaattermine sollten, um eine ausreichende Biomasseentwicklung zu ermöglichen, in der 1. Septemberhälfte liegen.

Je nach Beisaat werden die Verfahren mit 20 – 60 €/ha durch Saatgutkosten belastet (BACHINGER ET AL. 2007).

### **Ackerbohne und Körnererbse als Zwischenfrucht**

Mit der Integration von Wintererbsen in die Fruchtfolge als Vorfrucht zu Silomais und ihre Nutzung entweder als Futter oder als Co-Ferment zur Energiegewinnung in einer Biogasanlage zur Ganzpflanzenernte vor Silomais beschäftigten sich die Forscher in 2001 – 2004 im Rahmen des Projektes **98UM108/1** und **98UM108/2** „**Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht zur Reduzierung von Umweltgefährdungen und Anbauproblemen bei Optimierung der Erträge**“.

Das Verfahren „Direkt- und Spätsaat von Mais nach Wintererbsenzwischenfrucht“ wurde nach 4-jährigem erfolgreichem Versuchsanbau unter Praxisbedingungen in drei ökologisch wirtschaftenden Praxisbetrieben bundesweit verteilt geprüft.

Vor Silomais wurde als Erstkultur Wintererbse in Reinanbau oder im Gemenge mit Winterroggen Mitte bis Ende September ausgesät und Ende Mai als Ganzpflanze geerntet. Anschließend wurde der Mais (spätsaatverträgliche Sorte) in Direktsaat in die Erbsenstoppel gesät. Es konnten Flächenerträge von bis zu 20 t TM/ha in den ökologischen Betrieben erzielt werden.

Die Vorteile der Leguminosenvorfrucht (legume N-Fixierung, Unkrautunterdrückung) kamen dem nachfolgenden Mais zu Gute. Weitere positive Aspekte waren ein effektiver Erosionsschutz, geringe Nmin-Gehalte nach der Maisernte und z.T. reduzierte Anbaukosten.

Aufgrund von Auswinterungsschäden an den Erbsenbeständen (Sorten: EFB33, eigene Vermehrung; Harkada) konnte jedoch nicht an jedem Standort und in jedem Jahr der positive Vorfruchteffekt der Erbsen ausgebildet werden.

In der Praxis muss das beschriebene Anbausystem „Graß/Scheffer“ entsprechend den vorliegenden Gegebenheiten (Standort, Klima, Unkrautdruck, ...) variiert und angepasst werden.

Der hohe Flächenertrag, Einsparungen bei der Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung machen das System sowohl für den ökologischen als auch für den konventionellen Landbau ökonomisch interessant (GRAß 2002, GRAß UND SCHEFFER 2003, GRAß ET AL. 2004).

Schwerpunkt der Forschung in einem Teil des Projektes „**Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für die Biogasproduktion im ökologischen Landbau**“ (2007-2010, **05NR140**) war die Untersuchung eines Zweikultur-Nutzungssystems mit Winter-Ackerbohne vor Energiemais am Standort Göttingen (agro-ökologische Alternative zu Erbse).

Vergleichend wurden die Winterzwischenfrüchte Winterackerbohnen, Wintererbsen und Winterroggen sowie ihre Gemenge geprüft und unterschiedliche Saat- und Erntezeiten berücksichtigt.

Als günstigste Variante erwies sich die frühe Aussaat von Winterroggen (225 Kö./m<sup>2</sup>) im Gemenge mit Winterackerbohne (doppelte Aussaatstärke mit 53 Kö./m<sup>2</sup>).

Die Winterzwischenfrüchte erzielten im Mittel TM-Erträge von 34,4 dt/ha. Die höchsten Erträge mit 48 dt TM/ha erreichten die Winterackerbohnen-Winterroggen-Gemenge. Die Trockensubstanzgehalte lagen maximal bei 17%. Ertragssteigernd wirkten eine frühe Aussaat und eine späte Ernte der Zwischenfrucht. Mit zunehmend späterem Erntezeitpunkt der Winterzwischenfrüchte sollten Maissorten mit niedrigerer Reifezahl gewählt werden.

Die Nmin-Gehalte nach Winter unter den Gemengen mit Winterroggen waren im Vergleich zu den legumen Winterzwischenfrüchten deutlich niedriger und lagen bei 40 kg N/ha.

Diese Gemenge akkumulierten bis zu 100 kg N/ha in der oberirdischen Biomasse (Mittel 86 kg N/ha). Die Methan-Flächenerträge lagen für das Gemenge aus Roggen und Winterackerbohnen (mit doppelter Aussaatstärke) bei über 2000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha. Der Gesamtertrag aus den Winterzwischenfrüchten und dem Mais lag im Mittel bei etwa 170 dt TM/ha. Die Varianten übten wenig Einfluss auf den Gesamtertrag aus. Es kann nicht empfohlen werden, Mais als Untersaat in Winterackerbohnen zu etablieren (ROTH 2010, RAUBER UND LINK 2011).

## 5.2.2 Pflanzenschutz

### 5.2.2.1 Schadinsekten

#### Ackerbohnen

Die Regulierung des Blattlausbefalls in Ackerbohnen war Thema des Forschungsprojektes „**Untersuchungen zur Reduzierung des Blattlausbefalls durch Mulchsaat in ackerbaulichen Kulturen mit Lückenindikation (Ackerbohne und Lupine)**“ (95HS045, 1997-2000). Ziel der Untersuchung war es, die voraussichtlich positive Wirkung von Mulchsaat auf Nutzarthropoden und die gleichzeitig reduzierbare Wirkung auf Blattläuse und damit auch auf die Virusübertragung in den Modellpflanzen Ackerbohne, Lupine und Erbse aufzuzeigen. Ergebnisse liegen nicht vor (BLE 2011).

#### Körner-, Gemüseerbsen

Mit Ausweitung der Erbsenanbaufläche hat sich in den letzten Jahren der Erbsenwickler *Cydia nigricana* zu einem bedeutenden Problemschädling entwickelt. Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen bei Futter- und Saaterbsen sowie eine sehr geringe Schadtoleranz bei Gemüseerbsen von nur 0,5% machen den Erbsenwickler heute zu einem der Hauptschädlinge in den Erbsenanbaugebieten. Lediglich während einer sehr begrenzten Zeit im Entwicklungszyklus kann der Erbsenwickler nur als Falter und im ersten Larvenstadium mit Insektiziden effektiv reguliert werden.

Zur Erbsenwicklerbekämpfung werden synthetische Insektizide wie Pyrethroide (z.B. Karate® Zeon, Trafo® WG) oder Carbamate (z.B. Pirimor-Granulat) eingesetzt mit

z.T. nur begrenztem Bekämpfungserfolg (PITTORF & MATTHES 2004, JOSTOCK 2006, HUUSELA-VEISTOLA & JAUHAINEN 2006, zit. in THÖMING ET AL. 2008).

Präventive Maßnahmen bei der Regulierung des Erbsenwicklers sind daher sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Erbsenanbau wichtig.

Im Rahmen des von 2002-2003 laufenden Projektes „**Einsatz von *Trichogramma*-Schlupfwespen gegen den Erbsenwickler *Cydia nigricana*, die Lauchmotte *Acrolepiopsis assectella*, Eulenfalter und andere Schadlepidopteren zur Lösung von Pflanzenschutzproblemen im ökologischen Landbau**“ (02OE088) wurde der Bekämpfungserfolg der Parasiten u.a. gegen den Erbsenwickler in Labor- und Freilandtests untersucht. Drei *Trichogramma*-Arten wurden geprüft: *T. brassicae*, *T. dendrolimi*, *T. cacoeciae*.

Bei höheren Befallsdrücken (mehr als 40% Erbsenwicklerbefall in der Kontrolle) lagen die Wirkungsgrade in Abhängigkeit von der *Trichogramma*-Art zwischen 4 – 29%. Bei geringerem Schädlingsdruck konnten höhere Wirkungsgrade von bis zu 65% erreicht werden. Eine Zuordnung, inwieweit diese Wirkungen z.B. von der *Trichogramma*-Art oder der Applikationsart abhingen, war nicht möglich.

Für weitergehende Untersuchungen wurde der Einsatz von *Trichogramma brassicae* empfohlen, da sie den für den erfolgreichen Freilandeinsatz erforderlichen besten Kompromiss zwischen Wirkungsgrad und Suchleistung bietet (BLE 2009).

In 2006 – 2008 konnten die wesentlichen Faktoren erarbeitet werden, die für eine Risikobewertung für den Erbsenwicklerbefall in Anbaugebieten von Gemüse- und Körnererbsen notwendig sind („**Entwicklung eines situationsbezogenen Konzeptes zur Regulation des Erbsenwicklers in Gemüse- und Körnererbsen**“ (05OE025)).

Mit Schwerpunkt im ökologischen Landbau wurden hierzu erforderliche Daten in Erbsenanbaugebieten in Hessen (Körnererbsengebiet bei Calden/Grebenstein) und Sachsen (Gemüseerbsenanbaugebiet bei Meißen, Riesa-Großhain / Döbeln) erhoben.

„Es wurden definiert:

- a) ein zeitlich-räumlicher Zusammenhang zwischen den vorjährigen Erbsenflächen und dem Erbsenwicklerauftreten im Folgejahr
- b) ein Einfluss von Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung der Überwinterungsstadien von *C. nigricana*, sowie dem Erscheinen der Flugaktivität der adulten Erbsenwickler
- c) die Möglichkeit einer Steuerung der zeitlichen Koinzidenzvermeidung von empfindlichen Entwicklungsstadien der Erbsenpflanze und dem Erbsenwicklerauftreten durch Sortenwahl und Aussaatzeitpunkt“  
(THÖMING ET AL. 2008).

Die gewonnenen Daten bieten eine aussichtsreiche Grundlage zur Modellierung eines Entscheidungshilfesystems zur Minimierung des Befallsrisikos in Erbsenanbaugebieten.

Insgesamt konnte über die Behandlung mit der Pyrethroid-Formulierung Spruzit-Neu® der Erbsenwicklerbefall unterhalb der Schadtoleranzgrenze von 0,5% befalene Ernteerbsen gehalten werden, aber auch nur, wenn ein geringer Ausgangsbefall im Erbsenfeld vorhanden war. Die Kombination präventiver Maßnahmen (Sortenwahl und sehr frühe und sehr späte Aussaat) mit dem Einsatz von Spruzit war wirkungsvoller. Allerdings konnte bei einer sehr hohen Ausgangspopulation von *C. nigricana* auch mit der kombinierten Wirkung von präventiven und Direktbekämpfungsmaßnahmen keine ausreichende Regulierung erreicht werden (THÖMING ET AL. 2008).

### 5.2.2.2 Pilzliche und bakterielle Erreger sowie Virose

#### Ackerbohnen und Körnererbsen

In dem von der Union zur Förderung von Öl- und Einweißpflanzen (UFOP e.V.) geförderten Forschungsvorhabens wurden die Potenziale einer gezielten Krankheitsbekämpfung in Ackerbohnen und Körnererbsen geprüft und die Ergebnisse für die Entwicklung des Pflanzenschutzberatungsprogrammes proPlant expert verwendet („**Entwicklung und Anwendung von Prognosemodellen zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Körnerleguminosen**“ (1998-2000, Az.: 527/982)). In 31 mehrjährigen überregionalen Versuchen wurden Fungizidstrategien geprüft und der Krankheitsverlauf wichtiger Pilzkrankheiten in Körnererbsen und Ackerbohnen (Schokoladenflecken - *Botrytis fabae*, Grauschimmelfäule - *Botrytis cinerea*, Bohnen- und Erbsenrost, Falscher Mehltau und *Ascochyta*) wöchentlich bonitiert. Die abgeleiteten Witterungsansprüche dieser Krankheitserreger wurden definiert und in einer ersten Version des Prognosesystems getestet.

Die am Infektionsverlauf orientierten Behandlungstermine der proPlant-Varianten in der Versuchsreihe lieferten bereits im 2. Versuchsjahr viel versprechende Ergebnisse. Je nach witterungsabhängiger Befallssituation fielen die Ertragssteigerungen teils sehr gering aus, teils waren Einzelmaßnahmen mit 8-10 dt/ha Mehrertrag hochwirtschaftlich. In Ackerbohnen und Erbsen hatte der Befall mit Rost die höchste Ertragsrelevanz. Die Vitalität der Körnerleguminosen hatte neben der Witterung einen entscheidenden Einfluss auf den Befallsverlauf insbesondere der *Botrytis*-Arten. Eine weitere Verifizierung in den kommenden Jahren wird notwendig sein. Ein Problem für die Praxisumsetzung des Prognosesystems war die in der Projektphase beschränkte Mittelzulassung in den Körnerleguminosen (JOHNEN ET AL. 2002, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2002).

Eine zeitnahe Entwicklung des Prognosesystems zur Praxisreife ist möglich. Bis heute wurde auf eine Markteinführung aufgrund der im Verhältnis zur Anbaufläche von Körnerleguminosen zu hohen Kosten verzichtet. Die Firma proPlant GmbH Münster ist weiterhin motiviert an der Weiterentwicklung und Praxiseinführung mitzuarbeiten (VOLK 2013).

## Körner-, Gemüseerbsen

Von 2004 bis 2007 wurde ein Forschungsprojekt zur Bearbeitung ackerbaulicher Probleme mit ungeklärten Ursachen durchgeführt („**Untersuchung ackerbaulicher Probleme langfristig ökologisch wirtschaftender Betriebe: Kooperationsmodell Praxis – Beratung – Wissenschaft**“ (03OE024)). Auf Basis von Hinweisen aus der Praxis wurden drei Schwerpunkte formuliert, u.a. auch „Schäden bei Körnererbsen“, die nachfolgend auf 12 Praxisschlägen untersucht wurden.

Eine eindeutige Identifizierung einzelner Schadursachen war oft nicht möglich. Die Untersuchungsergebnisse wiesen jedoch auf Ursachenkomplexe aus *Ascochyta*- und *Fusarium*-Arten hin. Auch ungünstige Bodenbedingungen, z.B. durch starke Verdichtungen und/oder Staunässe trugen dazu bei.

Es konnte kein klarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Schaderreger mit dem Grad der Erbsenschädigung oder dem Erbsenanteil in der Fruchtfolge bzw. dem zeitlichen Abstand zur letzten Erbsenvorfrucht festgestellt werden. Beobachtet wurde aber, dass auf Schlägen ohne Erbsenanbau in der längerfristigen Vergangenheit (>15 Jahre) die Erbsen besser standen als bei regelmäßigem Erbsenanbau.

Der Schaderregerbesatz des Saatgutes schien einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Erbsenbestände zu haben. Selbst einzelne Basis- oder Z-Saatgut-Partien wiesen einen relevanten Besatz mit *Ascochyta*-Arten auf (von bis zu 30%, Grenzwert für amtliche Saatgutenerkennung). Den höchsten Besatz mit *Ascochyta*-Arten wiesen die im Nachbau eingesetzten Parteien und die Ernteproben auf. Auffallend war, dass am Saatgut *Ascochyta pisi* den höchsten Stellenwert einnahm (SCHMIDT 2007).

Zur Erzeugung gesunden Saatgutes steht im ökologischen Landbau eine Reihe verschiedener Saatgutbehandlungsverfahren zur Verfügung. Die Wirksamkeit dieser physikalischen Methoden sowie Behandlungsmöglichkeiten mit Pflanzenextrakten, Naturstoffen und Mikroorganismenpräparaten auf wichtige Wirt/Pathogen-Kombinationen wurde im Projekt „**Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau**“ (2004-2007) in Klimakammer- und Gewächshausversuchen (03OE127/3) untersucht und in Praxisversuchen (03OE127/2) überprüft.

Die wichtigsten Behandlungsvarianten waren Tillecur, Milsana flüssig, LEBERMOOSER, GARLIC GARD, ChitoPlant, Kendal, Serenade, FZB 53, Cedomon/Cerall, verschiedene Pflanzenextrakte und -öle, Warm- und Heißwasserbehandlung. Als Kontrollvarianten für die Mittel auf alkoholischer Basis wurden die Lösungsmittel Ethanol bzw. Isopropanol mitgeführt.

Zu den am schwersten zu bekämpfenden Krankheiten zählt u.a. *Ascochyta pisi* an Erbse. Zwar war der Befall mit *A. pisi* ausschließlich nach Feuchtheißluft (80% Wirksamkeit) signifikant niedriger als in der Kontrolle. Aber mit keinem der untersuchten Mittel und Verfahren wurde an Erbse gegenüber dem Erreger eine ausreichende Wirkung erzielt (WILBOIS ET AL. 2007, JAHN ET AL. 2007)

Im Zeitraum von 2005 bis 2007 wurde im Rahmen des Kooperationsprojektes „**Pilzkrankheiten in Körnerfuttererbsen (*Pisum sativum* L.) – Diagnose, Epidemiologie, Ertragsrelevanz und Bekämpfung**“ (UFOP-Az.: 525/051; MUNLV-Az.: A21.30.04.01 – 12/2004) ein bundesweites Monitoring zur Erfassung des Pathogenspektrums in Körnerfuttererbsen durchgeführt. Weiterhin wurden Feldversuche mit überwiegend engen Erbsenfruchtfolgen angelegt, um die Ertragsrelevanz der aufgetretenen Pflanzenpathogene in vier deutschen Anbauregionen (Bayern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt) zu erfassen. In Klimakammerversuchen wurden die Pathogenität ausgewählter Wurzel- und Stängelbasiserreger und die Anfälligkeit von 12 Erbsensorten bei einer künstlichen Inokulation analysiert (PFLUGHÖFT ET AL. 2009).

Ergebnisse aus Monitoring und Feldversuchen:

Befall des Blattapparates:

*Peronospora pisi*, *Ascochyta pinodes*:

2/3 der Pflanzenproben waren am Blattapparat befallen (Monitoring).

In Feldversuchen zeigte *P. pisi* nur eine geringe Ertragsrelevanz.

Der Befall mit *A. pinodes* in einer engen Erbsenfruchtfolge führte zu 15% Ertragsminderung. Derzeit kommt dem Pathogen angesichts der geringen Flugfähigkeit der Ascosporen und der geringen Anbaudichte eine untergeordnete Bedeutung zu.

*Botrytis cinerea*:

Der Befall lag zwischen 15% (trockenes Jahr) und 70% (feuchte Bedingungen).

Die aus Feldversuchen abgeleiteten Teilerfolge in der Bekämpfung deuten an, dass ein bis zu 45% höherer Ertrag durch die Kontrolle von *B. cinerea* möglich ist.

*Uromyces pisi*

trat mit durchschnittlich 34% Häufigkeit auf.

Über den Einsatz rostwirksamer Fungizide in Bayern und Sachsen-Anhalt konnte der Ertrag bis zu 43% gesteigert werden.

*Sclerotinia sclerotiorum*:

*S. sclerotiorum* wurde an 11,5% der Monitoring-Proben bonitiert.

Die aus Feldversuchen abgeleiteten Teilerfolge in der Bekämpfung deuten an, dass ein bis zu 30% höherer Ertrag durch die Kontrolle von *S. sclerotiorum* möglich ist.

*Ascochyta pisi* und *Erysiphe pisi* wurden nur in 2007 und an wenigen Proben festgestellt.

Befall der Wurzel- und Stängelbasis:

Zu beobachten war, dass die Befallshäufigkeit mit den *Fusarium*-Arten in dem Jahr mit trockenem Frühjahr und nassem Sommer höher ausfiel.

Der in der Literatur häufig beschriebene Ertrags- und Pflanzenverlust durch *F. oxysporum* und *F. solani* wurden in den Versuchen nicht bestätigt.

Der durchschnittliche Pflanzenbefall lag bei *Fusarium redolens* bei 60,5%, bei *Fusarium avenaceum* bei 50,3 %, *Fusarium oxysporum* bei 42 % und *Fusarium solani* bei 28%.



*Phoma medicaginis* var. *pinodella* wurde an durchschnittlich 55% der Pflanzen gefunden.

Durch eine Kombinationsbeize konnte der Ertrag in den Feldversuchen um 10% gesteigert werden.

In Klimakammerversuchen zeigten *F. avenaceum* und *Phoma medicaginis* var. *pinodella* die höchste Virulenz und führten häufig zu einem Absterben der Pflanzen.

*Ascochyta pinodes* wurde nur in einem der Jahre an 35% der Proben bonitiert (PFLUGHÖFT ET AL. 2009).

Eine phytosanitäre Wirkung von Komposten in Körnerleguminosen konnte in Versuchen im Rahmen des Projektes „**Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit**“ (08OE004-08OE009 und 11OE080-11OE085) nachgewiesen werden (BRUNS UND SPIEGEL 2012). (siehe Ergebnisse in Kap. 6.1.).

### 5.2.2.3 Unkräuter

#### Ackerbohnen

Die unkrautunterdrückende Wirkung von organischen Düngern in Ackerbohnen wird in Versuchen im Rahmen des Projektes „Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“ (08OE004-08OE009 und 11OE080-11OE085) geprüft. (siehe Ergebnisse in Kap. 6.1.).

#### Körner-, Gemüseerbsen

Das Ertragsniveau von Öko-Gemüseerbsen liegt z.T. auf einem sehr niedrigen Niveau mit z.T. starken Ertragsschwankungen. In Sachsen werden mit einem langjährigen Ertragsdurchschnitt von unter 30 dt/ha nur ca. 50% der Menge geerntet, die konventionell beim Anbau früherer Sorten in Sachsen erzielt wurden. In einem 4-jährigen Monitoring (Herr Köhler, LfULG) wurden massiv Fußkrankheiten (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*) in den sächsischen Beständen gefunden, die für Auflaufprobleme und (Total)Ausfälle verantwortlich gemacht wurden. Gleichzeitig wurde der Zusammenhang zwischen einem hohen Unkrautbesatz durch eine Verminderung der Durchlüftung und der Ausprägung der Schäden durch Fußkrankheiten beobachtet.

Um die Gemüseerbsen-Anbauer von der Notwendigkeit einer effizienteren Unkrautregulation zu überzeugen, wurden die unkrautbedingten Ertragsverluste in der Praxis quantifiziert („**Quantifizierung der Ertragswirksamkeit betriebsüblicher Verunkrautung beim ökologischen Anbau von Gemüseerbsen für die industrielle Verarbeitung**“ (2007-2008, 06OE126)).

Nach den betriebsüblichen Striegelmaßnahmen lagen die Unkrautdichten zwischen 26 und 700 Pfl./m<sup>2</sup>. Die ermittelten unkrautbedingten Ertragsverluste lagen zwischen 0 und 49%, im Mittel bei 15% (im Vergleich zu manuell unkrautfrei gehaltenen Ver-

gleichsparzellen). Bei einer Unkraut-TM von 40 g/m<sup>2</sup> zum Erntezeitpunkt der Gemüseerbsen traten keine Ertragsverluste auf (LABER 2009).

### 5.2.3 Pflanzenernährung, Düngung

Leguminosen werden in Fruchtfolgen integriert u.a. um deren Stickstoffgewinn aus der symbiotischen N-Fixierung der Fruchtfolge zur Verfügung zu stellen. Eine Erhöhung der N<sub>2</sub>-Nettofixierleistung von Ackerbohnen wird ermöglicht, wenn das Angebot an bodenbürtigem Stickstoff zur Leguminose z.B. durch den Anbau von nichtleguminösen Zwischenfrüchten begrenzt ist (KÖPKE ET AL. 2011) und wenn die Leguminosen ausreichend mit Makro- und Mikronährstoffen versorgt werden.

Im Teilprojekt 4 „**Nährstoffversorgung zur Optimierung der N<sub>2</sub>-Fixierung und Produktivität von Körnerleguminosen**“ (08OE147) des Verbundvorhabens „**Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit**“ (2008-2011) wurde zu den gestellten Fragen und Arbeitshypothesen Antworten gefunden.

#### DRIS-Indizes (Diagnosis and Recommendation Integrated System)

(DRECHSEL 1994, zit. in KÖPKE ET AL. 2011)

Für die Ermittlung der DRIS-Normen wurden Blattproben aus Feldversuchen und von Praxisschlägen zum gleichen Entwicklungsstadium der Ackerbohnen (Beginn/Mitte Blüte) verwendet. Sie wurden auf den Gesamtgehalt der Nährstoffe C, N, K, P, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, B und Mo untersucht.

Die Analyseergebnisse wurden mit Literaturwerten verglichen. Dabei wurde besonders auf Optimum-Werte und CNL (Critical Nutrient Level) eingegangen. Auch die Ergebnisse der Blatt- und Bodenanalysen wurden verglichen.

Die Mangelsituationen, die DRIS anzeigte, stimmten weitestgehend mit den CNL-Werten aus der Literatur überein. Der CNL von P für Ackerbohnen, der in der Literatur mit 2-4 g/kg angegeben ist, wurde auf 2,5 g/kg TM nach unten korrigiert. Ebenso wurden neue CNL-Werte für Mg mit < 1,6 g/kg TM bestimmt, die somit niedriger sind als in der Literatur (2 bis 2,5 g/kg TM). Nicht möglich war es, eine Mo-Mangelsituation über Blattanalysen festzustellen, weil die Messmethode zu hohe Nachweisgrenzen hat. Bei Mo-Gehalten < 1,5 mg/kg TM kann bei Ackerbohnen mit dem Höchstertag gerechnet werden.

#### Wirksamkeit im ökologischen Landbau zugelassener Düngemittel einschließlich Sekundärrohstoffdünger

In einem Gefäßversuch mit Ackerbohnen (*Vicia faba*, Sorte Fuego) wurden die Sekundärrohstoffdünger Fleischknochenmehl, Trauben-Trester, Kompost und Gärrückstand hinsichtlich der Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe Kalium, Bor und Molybdän geprüft und die Wirkung von Rohphosphat im Vergleich zu Super-Phosphat getestet.

Gärrückstand, Kompost und Trauben-Trester eigneten sich gleichermaßen gut als Kaliumquelle. Eine Molybdän-Düngewirkung dagegen zeigte sich nur bei der Variante „Kompost“. Hier stieg der Mo-Gehalt im Ackerbohnenblatt von unter 0,25 auf 1,3 mg/kg – vergleichbar mit der Düngewirkung bei der mit Mikronährstoffen gedüngten Kontrolle.

Die Ackerbohnen, die im Boden mit der P-Versorgungsstufe A wuchsen, zeigten P-Mangel (1,3 g P/kg TM Blatt) und einen ausgeprägten Minderertrag.

Phosphat aus Fleischknochenmehl sowie aus Roh-Phosphat dagegen wurde nur wenig von den Ackerbohnen aufgenommen. Bei der Variante Roh-Phosphat wurden keine Unterschiede der Ertragsmerkmale im Vergleich zur Kontrolle ohne P-Düngung im P-verarmten Boden festgestellt.

Das Fleischknochenmehl erhöhte die P-Gehalte im Blatt auf 3,6 g/kg TM, wobei nur das veraschte Fleischknochenmehl den Kornertrag der Ackerbohne um das Dreifache im Vergleich zur Kontrolle ohne P ansteigen ließ. Super-Phosphat erhöhte den Kornertrag um das 5,5-fache bei 4,5 g P/kg TM in den Blättern (KÖPKE ET AL. 2011).

In einem Feldversuch auf vier Standorten wurden verschiedene Dünger auf ihre Düngewirksamkeit geprüft: Kaliumsulfat (gekörnt), Natrium-Molybdat als Pulver, Borax als Pulver, Fleischknochenmehl, Bio-Kompost vor allem aus Grünabfällen, Apfeltrester (schon angegoren), Gärrückstand aus Mais und Rindergülle (flüssig), Roh-Phosphat in Pulverform. Die Düngemenge richtete sich nach dem Kalium-Gehalt (80 kg K/ha) oder dem Phosphor-Gehalt (40 kg P/ha) der Dünger.

Die Bor-Düngung führte zu keiner Erhöhung der B-Gehalte in den Ackerbohnenblättern.

Die Mo-Düngung zeigte unter den gegebenen Bedingungen keinen Effekt auf den Ackerbohnenenertrag. Die alleinige Düngung mit Natrium-Molybdat führte zu einem starken Anstieg der Mo-Konzentration im Blatt, während eine Ausbringung von Natrium-Molybdat (1 kg Mo/ha) in Kombination mit den anderen Düngern (Rohphosphat (40 kg P/ha), Kaliumsulfat (80 kg K/ha und 35 kg S/ha) und Borax (1 kg B/ha)) der Mo-Gehalt bei weitem nicht so erhöhte.

Aufgrund der gut mit Nährstoffen versorgten Prüfstandorte konnte kein signifikanter Einfluss der SeRo-Dünger und der Mineralstoffe auf das Wachstum und die N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Ackerbohne festgestellt werden.

Hervorzuheben ist die Reaktion der Ackerbohne auf die Schwefel-Düngung, die sich vor allem auf dem Wiesengut darstellte. Die Zufuhr von 35 kg S/ha über Kaliumsulfat führte zu einem signifikant höheren S-Gehalt in den Blättern gegenüber allen Varianten. Die Schwefeldüngung erhöhte den Ackerbohnenenertrag um das 1,7-fache. Parallel mit dem höheren S-Gehalt stieg auch der Stickstoff-Gehalt um ca. 10 % an.

Nach der abgewandelten Differenzmethode lag die mittlere N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung auf dem Wiesengut bei 27,5 g N/kg TM. Das entspricht einem Ndfa-Anteil von 46,7 % und 325 kg N<sub>2</sub>fix/ha. Die S-Düngung hat die N<sub>2</sub>-Fixierung schätzungsweise um 200

kg N<sub>2</sub>fix/ha angehoben (Anmerkung: NdfA: Anteil des symbiotisch gebundenen Stickstoffs am Gesamt-N der Leguminose) (KÖPKE ET AL. 2011).

Die aufgeworfenen Fragen zur Schwefeldüngung im Körnerleguminosenanbau werden in dem von 2012 – 2014 laufenden Verbundprojekt **„Wirkung verschiedener Verfahren der Schwefeldüngung auf Ertragsleistung und Vorfruchtwert von Körnerleguminosen im ökologischen Landbau“** (11OE110, 11OE111) aufgegriffen.

Auf sechs hinsichtlich Boden, Klima und langjähriger Bewirtschaftung (Humusvorrat) unterschiedlichen Standorten werden Verfahren der Schwefeldüngung und verschiedene Schwefeldüngemittel bei den drei im ökologischen Landbau wichtigsten Körnerleguminosen Erbse, Ackerbohne und Schmalblättrige Lupine geprüft.

Die Effizienz der Düngewirkung soll anhand der Schwefel- und Stickstoffaufnahme, der Ertragsleistung sowie des Proteingehaltes des Erntegutes der Körnerleguminosen und deren Nachfrucht Winterweizen ermittelt werden. Eine betriebswirtschaftliche Bewertung erfolgt über die erzielten Deckungsbeiträge im nicht gedüngten versus mit Schwefel gedüngtem Fruchtfolgeglied Körnerleguminose – Winterweizen. Aus den Ergebnissen sollen standortspezifische Strategien für eine Schwefeldüngung abgeleitet werden (BLE 2012A).

Als Phosphatdüngemittel ist im ökologischen Landbau das weicherdige Rohphosphat zugelassen, dessen chemische Löslichkeit vom pH-Wert des Bodens erheblich beeinflusst wird. Zur Förderung und Stabilisierung der Bodenfruchtbarkeit werden die meisten Böden, je nach Bodenart, über die Kalkung auf einen pH-Wert zwischen 6 und 7 eingestellt, wodurch die Phosphatfreisetzung aus den Rohphosphaten für eine ausreichende Phosphaternährung der Kulturpflanzen zu gering sein könnte (STEFFENS ET AL. 2004).

Im Rahmen des Projekts **„Phosphat-Mobilisierung durch Haupt- und Zwischenfrüchte nach Düngung von weicherdigem Rohphosphat im ökologischen Landbau“** (2002-2004; 02OE424) wurden Feld- und Gefäßversuche durchgeführt, die der Frage nachgingen, ob weicherdiges Rohphosphat von P-mobilisierenden Feldfrüchten (Weißlupine, Ackerbohne) für phosphataneignungsineffizienten Pflanzen (Spinat, Mais) mobilisiert wird.

Die P-Aufnahme von Spinat war in einer Fruchtfolge mit Weißlupine und Ackerbohne höher als in einer Fruchtfolge mit Sommerweizen. Die im Vergleich mit Thomasphosphat gedüngten Varianten erzielten jedoch einen besseren Ertrag bei höherer P-Aufnahme.

Die im Gefäßversuch erzielten Ergebnisse konnten im Feldversuch nur bedingt reproduziert werden (STEFFENS ET AL. 2004).

### Ackerbohnschrote als vegetabiler Dünger

Der Frage, ob Leguminosen als Düngemittel andere im ökologischen Landbau anwendbare Düngemittel tierischen oder pflanzlichen Ursprungs substituieren können, wurde in zwei Projekten der BLE analysiert.

Als Folge der BSE-Krise wurde im ökologischen Gemüsebau nach Alternativen zu den sonst üblichen Horn- und Blutmehldüngern gesucht. Hierzu wurden im Projekt **„Umsatz und Wirkung vegetabiler Düngemittel im ökologischen Gemüsebau“** (2002-2003, **02OE169**) sechs verschiedene vegetabile Dünger ausgewählt (Rhizinusschrot, Ackerbohnschrot, Weißes Lupinenschrot, Gelbes Lupinenschrot, Phytoperls, Pilzsubstrat (Bio Vegal)) und diese hinsichtlich ihrer N-Düngewirkung im Vergleich zu Hornmehl untersucht. Dazu wurden Inkubations- und Gefäßversuche sowie Feldversuche mit Radieschen, Möhren und Weißkohl durchgeführt.

Hornmehl erwies sich bei mittleren Temperaturen als wirksamster Dünger. Körnerschrote der Gelben Lupine erreichten eine mindestens gleiche Düngewirkung wie Rhizinusschrot. Sie können für den Einsatz im zeitigen Frühjahr empfohlen werden, da sie bereits bei niedrigen Temperaturen über eine ähnlich hohe Netto-N-Mineralisation wie Hornmehl verfügen.

Im Vergleich zu den übrigen getesteten Düngern zeigten Ackerbohnschrote und Phytoperls deutlich bzw. signifikant geringere Wirkungen. „Dennoch dürften Ackerbohnen potenziell eine sehr geeignete Kultur für hofeigene Samendünger-Produktion darstellen, [...]. Die geringe Wirksamkeit lässt eine entsprechend höhere Dosierung empfehlenswert erscheinen. Die nach der Ernte auf dem Acker verbleibende höhere N-Menge ist allerdings in der Düngebilanz voll zu berücksichtigen [...].“

Der nach der Ernte verbleibende Reststickstoff, der bis über 50% des Dünger-N ausmachen kann, sollte über eine Zweitkultur oder Zwischenfrucht gebunden werden.

Leicht umsetzbare vegetabile Düngemittel können über den „Priming-Effekt“ den Humusumsatz im Boden vorübergehend erhöhen. Bei ihrer regelmäßigen Anwendung kann es zu einem Humusschwund kommen“ (MÜLLER UND VON FRAGSTEIN UND NIEMSDORFF 2003).

Für ökologisch wirtschaftende Betriebe, die auf ertragsschwachen Standorten (z.B. sandige Böden, Trockenstandort) z.T. viehlos wirtschaften, wurde im Projekt **„Ertrag und Qualitätseigenschaften von Sommerweizen und Kartoffeln bei organischer Düngung tierischer Herkunft (Rottemist) und pflanzlicher Herkunft (Ackerbohnschrot)“** (2004-2006, **03OE179**) nach einem Alternativdünger für Rottemist gesucht.

In einem Langzeitversuch, der seit 1996 beim IBDF (Institut für Biologisch-Dynamische Forschung) im Raum Darmstadt betrieben wurde, wurde die Wirkung beider Düngerarten, jeweils mit einem Gesamtstickstoffgehalt von 100 kg N pro ha, auf Sommerweizen und Kartoffeln verglichen. Weiterhin waren Stallmistvarianten mit einer höheren Aufwandmenge (170 kg N/ha) und eine Mineraldüngervariante (100 kg N / ha) angelegt.

Eine allgemeine Empfehlung für Ackerbohnschrot als Alternative zum Rottemist konnte nicht ausgesprochen werden. „Im Vergleich zur Rottemistvariante war(en) mit Ackerbohnschrot

- der Corg-Gehalt des Bodens signifikant niedriger, sein Magnesiumgehalt tendenziell geringer;
- kein Unterschied bei den Nitratgehalten im Boden ;
- die Kartoffel-Erträge gleich; Weizen ergab mit Ackerbohnschrot (ohne Präparate) 4 dt/ha Mehrertrag bei niedrigerem Rohprotein- und Klebergehalt;
- die Asche- und Kaliumgehalte der vegetativen Pflanzenmasse (Stroh, Kartoffelknollen) geringer;
- die Zerfallsneigung der Kartoffeln (Extinktion des Extraktes) höher“ (RAUPP 2006).

Auch in diesem Langzeitversuch wurde die Aussage bestätigt, dass bei einer langjährigen pflanzlichen Düngung die Corg-Gehalte des Bodens, eine wichtige Kenngröße der Bodenfruchtbarkeit, sinken (RAUPP 2006).

## 6 Forschungsfeld „Ressourcenschutz“

Der Anbau von Leguminosen spielt beim Thema Ressourcenschutz eine bedeutende Rolle. Die Integration von Leguminosen in landwirtschaftliche Anbausysteme erzeugt zahlreiche agronomische Vorteilswirkungen bzw. Ökosystemleistungen. Zu nennen sind die Förderung der Bodenfruchtbarkeit, positive Fruchtfolgeeffekte und die Einsparung von N-Düngern. Mit dem Anbau von Leguminosen sind weiterhin vielfältige positive Umweltwirkungen verbunden, wie z.B. die Verringerung der Emissionen von treibhausrelevanten Gasen durch verminderten Düngereinsatz und reduzierte Bodenbearbeitung sowie die Erhöhung der Agrobiodiversität (DAFA 2012).

### 6.1 Bodenfruchtbarkeit (Boden und Wasser)

In insgesamt vier Teilprojekten wurden in dem Verbundprojekt „**Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit**“ (08OE020, 08OE145, 08OE146, 08OE147) (2008 – 2011) verschiedene Anbaustrategien zur Optimierung des ökologischen Anbaus von Körnerleguminosen in Feldversuchen untersucht. Im Bonner **Teilprojekt 1 „Mulchsaat von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) im Ökologischen Landbau“** (08OE020) wurde schwerpunktmäßig der Einfluss verschiedener Formen reduzierter Bodenbearbeitung und temporärer Direktsaat (Direktsaat nur zum Fruchtfolgeglied Ackerbohnen) in Verbund mit Mulchen, Zwischenfruchtanbau und gezielter Nährstoffversorgung auf Ertragsleistung und Unkrautvorkommen in Ackerbohnen und Körnererbsen untersucht (Lockerbodenmulchwirtschaft, Festbodenmulchwirtschaft).

Das Verfahren der temporären Direktsaat der Ackerbohnen in Strohmulch (Mindestmenge Stroh 4-5 t/ha), welches bei geeigneten Standortbedingungen insbesondere geringem Unkrautdruck mit perennierenden Arten ohne wirtschaftliche Ertragseinbußen möglich ist, ist vornehmlich für Betrieb mit geringem bzw. keinem Einstreubedarf interessant (Humusbilanz, Unkrautkontrolle). Opportunitätskosten belasten dieses Anbauverfahren, würde das Stroh alternativ verkauft. Mindererträge durch Direktsaat können durch bis zu 90% geringere Verfahrenskosten (Diesel, Arbeitszeit) in Grenzen in Kauf genommen werden (KÖPKE 2009).

Insgesamt war das Ertragsniveau niedrig und lag bei Ackerbohnen zwischen 21 und 39 dt/ha.

Die Ackerbohnen erzielten in den Strohmulchvarianten einen um 23 – 36 % höheren Kornertag im Vergleich zu ohne Strohmulch (Stroh wurde abgefahren). Die Ertragswirksamkeit der Strohmulchdecke ist bei der temporären Direktsaat der Ackerbohne vorwiegend als Funktion einer reduzierten Unkrautkonkurrenz und des günstigeren Bodengefüges an der Bodenoberfläche zu werten. Strohmulch verhindert die Keimung von Kamillearten (Verschlämmungsanzeiger) und die Spätverunkrautung mit Weißem Gänsefuß (*Chenopodium album*) vor allem auch in den Saatreihen. Auf Flächen mit hohem Grasdruck oder hoher Dichte perennierender Unkräuter ist das Verfahren temporäre Direktsaat für Ackerbohnen im ökologischen Landbau ausgeschlossen.

Das Anbaurisiko der temporären Direktsaat ist bei Erbsen im Vergleich zu Ackerbohnen erhöht (KÖPKE ET AL. 2011).

Im Göttinger **Teilprojekt 2 (08OE145)** „**Nichtlegumer Zwischenfruchtanbau und reduzierte Bodenbearbeitung zur Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierleistung von Ackerbohnen - N-Flüsse, Unkrautregulierung und Energieeffizienz**“ wurde der Fruchtfolgeausschnitt Sommergerste – Hafer-Sonnenblumen-Gemenge (Zwischenfrucht) – Ackerbohnen (cv. Fuego) als Mulchsaatsystem und Pflugvariante geprüft. Zielsetzung war eine Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der Ackerbohnen sowie der Vergleich der Entwicklung der Unkrautflora in den Systemen. Eine möglichst hohe absolute N<sub>2</sub>-Fixierung der Körnerleguminosen d.h. ein maximales Produkt aus N-Ertrag und prozentualem NdfA-Wert zu erzielen, wurde in erster Linie vom Kornertrag der Leguminose determiniert.

Die in den Feldversuchen zwischen den Jahren 2009 und 2010 beobachteten Stickstoffmengen aus der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung der Ackerbohnen (111 bis 146 kg N/ha) – ebenso wie die Kornerträge waren relativ niedrig. JOST (2003, zit. in KÖPKE ET AL. 2011) ermittelte für Ackerbohnen am gleichen Standort im Mittel (drei Jahre, drei Sorten) eine symbiotische Stickstoff-Fixierleistung in Höhe von 223 kg N/ha.

Über den Anbau von nichtlegumen Zwischenfrüchten vor Körnerleguminosen, wie hier mit Hafer/Sonnenblumen-Gemenge, konnte der Nmin-Vorrat des Bodens gezielt temporär entleert werden und darüber zu einer Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung bei den nachfolgenden Ackerbohnen absolut (kg N /ha) und relativ (in % NdfA) beitragen.

Die fixierten N-Mengen, ermittelt auf Grundlage der Differenzmethode, waren im Jahr 2009 in der Variante +ZF mit 158 kg N/ha signifikant höher als in der Variante –ZF mit 134 kg N/ha. Im Jahr 2010 waren diese Unterschiede weniger deutlich ausgeprägt (Variante +ZF: 118 kg fixiertem N/ha; Variante –ZF 103 kg N/ha. Im Jahr 2009 betrug der N-Anteil aus der Luft in der Variante +ZF 69,8 % bzw. 74,3 % verglichen mit 59,1 % bzw. 63,8 % bei der Variante –ZF.

Der Faktor Bodenbearbeitung zeigte keinen signifikanten Effekt auf die Stickstoff-Fixierungsleistung der Körnerleguminose.

Das Zwischenfruchtgemenge aus Hafer/Sonnenblumen im Herbst bildete ausreichend Biomasse, um Unkräuter effektiv zu unterdrücken. Zu beobachten war, dass die Abundanz des Leitunkrauts Acker-Senf (*Sinapis arvensis*) mit zunehmender Bodenbearbeitungsintensität (Festboden-Mulchsystem, Lockerboden-Mulchsystem, Lockerbodensystem) zunahm (KÖPKE ET AL. 2011).

Ergebnisse aus Teilprojekt 3 (08OE146) siehe Kapitel 5.2.1.2 Untersaat in Ackerbohnen.

Ergebnisse aus Teilprojekt 4 (08OE147) siehe Kapitel 5.2.3 Pflanzenernährung, Düngung.



Mit den vielschichtigen Problemen der Bodenfruchtbarkeit im Ökologischen Landbau beschäftigt sich das interdisziplinäre Forschungsvorhaben „**Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit**“ (08OE004 – 08OE009 (2008 – 2011); 11OE080 – 11OE085 (2012-2013)).

Zum interdisziplinären Projektkonsortium gehören das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL, Leitung), die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), die Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTW), der Naturland e.V., die Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL) und die Universität Kassel.

Sie gehen der Frage nach, welche Maßnahmen viehlose oder viehschwache ökologisch wirtschaftende Betriebe ergreifen können, um die Bodenfruchtbarkeit und Ertragsleistung ihrer Ackerflächen zu steigern (BARANEK UND SAGGAU 2009). Vor allem der Leistungsfähigkeit der Leguminosen in der Fruchtfolge, dem optimalen Einsatz von Wirtschaftsdüngern und der Bodenbearbeitung wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Der Wissensaustausch erfolgt zwischen Wissenschaft und Praxis, Informationen können aus der für dieses Projekt entwickelten Internetseite [www.bodenfruchtbarkeit.org](http://www.bodenfruchtbarkeit.org) gewonnen werden. Hier wird z.B. jeden Monat ein spezielles Thema zur Bodenfruchtbarkeit behandelt.

Die Evaluationen und Untersuchungen erfolgen in je acht Praxisbetrieben in vier bodenklimatisch unterschiedlichen Großregionen. Der Schwerpunkt liegt bei Regionen mit einer Ackerzahl kleiner als 50.

Folgende Regionen sind in das Projekt eingebunden:

- Norddeutschland (Niedersachsen, Schleswig-Holstein, nordwestliches Mecklenburg-Vorpommern)
- Südliches Ostdeutschland (Sachsen, südliches Brandenburg und Sachsen-Anhalt, östliches Thüringen)
- Mittelgebirgslagen (Rheinland-Pfalz, Hessen, Thüringen, nördliches Bayern)
- Süddeutschland (ebene bis hügelige Regionen Bayerns zwischen Fränkischer Alb und Voralpenland).

Im Kern widmen sich sechs Arbeitsgruppen den zentralen Fragen zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch Maßnahmen der Fruchtfolgegestaltung, des Leguminosenanbaus, der Sortenwahl, der organischen Düngung, dem weiten Feld der Schädlings- und Krankheitsprophylaxe und -bekämpfung sowie der Bestandesführung. Letztendlich sollen aus einer großen Menge verschiedener Parameter Praxisempfehlungen abgeleitet werden, in deren Mittelpunkt die Ökonomie der Maßnahmen aber auch der Ressourcenschutz steht. Über eine breit angelegte Öffentlichkeit werden die Ergebnisse in die Praxis getragen (WILBOIS UND SCHMIDTKE 2009).

### **Arbeitspaket 1: Analyse von Praxiserfahrungen und Praxiserhebungen**

- Erhebung und Auswertung der in den 32 Praxisbetrieben bearbeiteten Fragebögen  
(aktuelle ackerbauliche, wirtschaftliche Situation, Energie- und Ressourcenverbrauch).
- Analyse, welche Kombinationen verschiedener Faktoren einen positiven oder negativen Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit haben
- Bodenprobenahme auf ausgesuchten Betrieben und deren Auswertung um so standortbezogene Aussagen zu unterschiedlichen Einflussfaktoren möglich zu machen. Besonders berücksichtigt werden die Probleme und deren Vermeidung beim Körnerleguminosenanbau
- Anwendung entwickelter Maßnahmen in der Praxis und Ableitung von Praxisempfehlungen.

### **Arbeitspaket 2: Verbesserung von Bodenfruchtbarkeit und Ertrag durch stickstoffarme, organische Dünger**

- Quantifizierung der Nährstoffwirkung geprüfter kohlenstoffreicher organischer Dünger (Grünguthäcksel, -komposte, strohreicher Wirtschaftsdünger (Pferdemist));  
Untersuchung, ob durch weites C/N-Verhältnis in der Wurzelzone die N-Fixierung bei Körnerleguminosen gesteigert werden kann (Rein- und Gemengesaaten);  
Verfügbarkeit von Makro- und Mikronährstoffen
- Quantifizierung suppressiver Wirkungen von Komposten auf Wurzelkrankheiten der Körnerleguminosen (in Rein- und Gemengesaaten)
- Entwicklung einer Maschine zur Saatreihenapplikation von Komposten

### **Arbeitspaket 3: Mischfruchtanbau**

- Untersuchung der kombinierten Wirkung von Mischfruchtanbau und reduzierter Bodenbearbeitung
- Untersuchung der Wurzelgesundheit von Erbsen in Reinkultur und in Gemenge mit Hafer oder Raps (Biofumigation) sowie die Nährstoffdynamik
- Gesicherte Unkrautunterdrückung durch Gemengeanbau bei reduzierter Bodenbearbeitung
- Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Gesundheit und N<sub>2</sub>-Fixierung (Vorfruchtwirkung) der Erbsen im Gemenge oder Reinsaat

### **Arbeitspaket 4: Landtechnische Optimierungsstrategien**

- Problemanalyse der Einflüsse der Bodenbearbeitung und –belastung auf die Bodenfruchtbarkeit, den Leguminosenertrag und den Energieverbrauch in den Betrieben

- Systemverständnis in der Wirkungskette Landtechnikeinsatz – Bodengefügezustand – Leistungsfähigkeit von Körnerleguminosen
- Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für eine optimale Intensität der Bodenbearbeitung bei Reduzierung von Bodenschäden durch Druckbelastung.

### **Arbeitspaket 5: Bodenmüdigkeit: Wechselwirkung von Boden und Pflanzengesundheit**

- Analyse des Stellenwertes von Leguminosenkrankheiten in Praxisbetrieben (zus. mit Arbeitspaket 1)
- Identifikation von Pathogen-Dominanzstrukturen in Saatgut, Wurzel und Erntegut bei Erbse und Ackerbohne
- Differenzialdiagnose zur Ermittlung der Ursachen für die Bodenmüdigkeit. Entwicklung eines in der Praxis anwendbaren Testverfahrens.  
(Analyse unterschiedlicher Einflüsse der Sorteneigenschaften wie Habitus, Blühzeitpunkt, Blühfarbe und Bitterstoffgehalt, der Auswirkungen von Reinsaat und Gemengeanbau, enge und weite Anbaureihen, des Einflusses von Nährsubstraten und Komposten sowie Bearbeitungsmaßnahmen und Bodenverdichtungen und weiterer Parameter auf die Pflanzengesundheit und ihrer Wechselwirkungen)

### **Arbeitspaket 6: Technikfolgenabschätzung**

- Quantifizierung von Kosten-Nutzen-Relationen für Maßnahmen zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit je nach Standort, Fruchtfolge und Bewirtschaftung (Modellansatz)
- Bewertung des optimierten Bodenfruchtbarkeitsmanagements auf Umweltgüter (Emission von CO<sub>2</sub>, Bodenerosion, Wasserhaushalt)
- Sachgerechte Bewertung von Sekundärrohstoffdüngern in Bezug auf die Prinzipien des Ökolandbaus (Deckung Humusbedarf, Makro-, Mikronährstoffe)
- Ableitung wirtschaftlich und ökologisch tragfähiger Handlungsempfehlungen für Landwirte

#### Erste einzelne Ergebnisse

##### Erbsen belohnen lockeren Boden (Bodenverdichtung)

Auf vier sehr unterschiedlichen Standorten wurden die Effekte der Bodenbelastung mit 2,6 t und 4,6 t Radlast auf den Erbsenertrag untersucht. Die zweijährigen Ergebnisse (2009-2010) verdeutlichen den negativen Einfluss einer höheren Bodenbelastung durch Radlast von im Mittel -24% Ertragsverlust bei 4,6 t Radlast im Vergleich zu durchschnittlich -10% Ertragsverlust bei 2,6 t Radlast. Eine gute Bodenstruktur im Ober- und Unterboden ist für einen sicheren Erbsenertrag unbedingt erforderlich.

Der Auswahl des Traktors, seiner Bereifung und der Art des Anbaugerätes (Gewicht und Art des Anbaus) kommt eine entscheidende Bedeutung zu (WILD ET AL. 2011).

#### Komposte halten Leguminosen gesund (Pflanzenschutz)

In Versuchen unter kontrollierten Bedingungen konnten durch den Einsatz von Grün-gutkompost oder Bioabfallkomposten eine Reihe von bodenbürtigen Pilzen wie *Pythium ultimum* – Verursacher einer Vielzahl von Umfallkrankheiten – sowie *Rhizoctonia solani* und bodenbürtigen *Phytophthora*-Arten effektiv kontrolliert werden.

Die Wirkung des Kompostes ist umso besser, je höher der Anteil im Substrat bzw. je dichter er am Befallsherd, also an der Pflanze platziert ist.

Für Körnerleguminosen, speziell für Erbsen wird ein System der Reihenapplikation von Komposten in die Saatreihe der Erbsen entwickelt. Die maximal erlaubte Kompostmenge von 5t/ha Komposttrockenmasse pro ha und Jahr kann eingehalten werden.

Zielorganismen sind die zum *Ascochyta*-Komplex zusammengefassten Arten *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicaginis* und *Ascochyta pisi*, Die Fuß- und Brennfleckenkrankheiten verursachen, sowie *Fusarium solani* und *F. oxysporum*, die Stängelbasiserkrankungen hervorrufen.

Mehrfach bestätigt hat sich in Versuchen, dass *Phoma medicaginis* mit Komposten signifikant unterdrückt werden kann. In Versuchen blieben die Erbsenwurzeln (Sorte Santana) bei Komposteinsatz bis zu einer 15-fach höheren Infektion überwiegend gesund, während ohne Kompost bereits bei geringen Infektionen ein deutlicher Befall der Erbsen auftrat (BRUNS ET AL. 2011) Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass Kompostanwendungen in der Größenordnung von 5t TM Kompost als Reihenapplikation nicht nur zu geringerem Befall mit Pilzkrankheiten, sondern auch zu einer Ertragssteigerung von ca. 10 bis 15% führte, die sich schließlich auch bis auf den Ertrag der Getreidenachfrucht positiv auswirkte (BRUNS UND SPIEGEL 2012).

#### Unkrautunterdrückende organische Düngung (Pflanzenschutz)

In zweijährigen Versuchen mit verschiedenen organischen Düngemitteln zeigte sich, dass der mit der Kreiselegge eingearbeitete Grün-guthäcksel in Ackerbohnen die beste Unkraut reduzierende Wirkung zeigte. Der Anteil von Nadelhölzern im Grün-guthäcksel war dabei relativ hoch. Neue Fragen der Ausbringungsmenge und Einarbeitungstechnik werden weiterverfolgt. (BRUNS ET AL. 2010).

#### Mischfruchtanbau (Gemenge)

Erste Ergebnisse aus einem Mischanbauversuch von Winterweizen und Wintererbse als abtragende Frucht in der Fruchtfolge des Betriebs Kasper lassen hoffen, dass hierdurch neue Chancen im Qualitätsgetreideanbau eröffnet werden.

Bei normaler Saatstärke von Eliteweizen (400 Kö/m<sup>2</sup>) und der Einsaat von 5, 10 und 20 Wintererbsen/m<sup>2</sup> zeigten sich deutlich bessere Rohproteingehalte im Weizen (+ 1,5 Prozent) bei gleichen Weizenerträgen. Die Aussaatstärke der Erbsen wirkte sich in diesem Versuch nicht auf die Weizenerträge aus. Durch eine gute Saatreinigung können Weizen und Erbsen ohne Probleme nach dem Drusch getrennt werden (HILDEBRANDT 2012).

### Saattechnik und Wasser (Klima)

Als Ursache des in 2012 schwachen Standes der Ackerbohne wurde die fehlende Wasserversorgung in den vergangenen Monaten ausgemacht, wobei Bestände mit tieferer Aussaat von 7 bis 8 cm offenbar in ihrer Entwicklung einen Wachstumsvorsprung zeigen. Gerade für trockenere Jahre hat eine konsequente Saatgutablage tiefer als 7 cm Vorteile. Zur Aussaat sollte daher eine Technik verwendet werden, die entsprechende Saattiepen garantieren kann. (HILDEBRANDT 2012).

**TILMAN-ORG: Reduzierte Bodenbearbeitung und Gründüngung im ökologischen Ackerbau** (2011-2014, 11OE002) ist Teil des europäischen ERA-Net-Projektes Core Organic II. Projektpartner sind 14 Universitäten und Forschungsinstitute aus 11 europäischen Ländern.

Die Aufgabe des Fachgebietes Ökologischer Land- und Pflanzenbau der Universität Kassel in diesem Projekt ist es, „ein verbessertes Nährstoffmanagement (insbesondere Stickstoff) in Anbausystemen mit reduzierter Bodenbearbeitung durch die effiziente Nutzung von Gründüngung zu entwickeln. Die Wirkung unterschiedlicher Intensitäten und Zeitpunkte der Einarbeitung verschiedener legumer und nicht-legumer Gründüngungspflanzen auf den N- (und C-) Haushalt des Bodens steht dabei im Vordergrund. Die gewonnenen Daten sollen zusammen mit den Daten der Partner in das Boden-Pflanze-Modell (NDICEA: Nitrogen Dynamics in Crop rotations in Ecological Agriculture) eingespeist werden, mit dem Ziel, modellbasierte Vorhersagen für die N-Dynamik in Abhängigkeit von der Ertragserwartung innerhalb verschiedener Szenarien reduzierter Bodenbearbeitung und unterschiedlicher Gründüngungspflanzen zu machen. Außerdem ist vorgesehen, einen Beitrag für die Erstellung zweier Handbücher zur besseren Handhabbarkeit und Sicherung der Aussagefähigkeit von Methoden der Boden- sowie Pflanzenprobenahme und -analytik zu leisten. Weiter sollen innovative Methoden der Unkrautregulierung geprüft werden, um dadurch die Implementierung von Verfahren reduzierter Bodenbearbeitung in die Praxis des Ökologischen Landbaus zu erleichtern“ (HAASE ET AL. 2013).

Mit dem „**Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Struktur und Funktion der Bodenmikroflora**“ (2011-2014, 11OE001) im Rahmen des Projektnetzwerkes beschäftigt sich das Helmholtz Zentrum München. Die Wissenschaftler analysieren, welchen Einfluss reduzierte Bodenbearbeitung und der Einsatz von Gründüngern auf die Bodenqualität hat (Pflanzenqualität und –ertrag, Kohlenstoffspeicher, Nährstoffmobilisation, Emissionsreduktion klimarelevanter Spurengase). Die Folgen verschiedener Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen auf die Abundanz von ausgewählten phytopathogenen Mikroorganismen und deren Antagonisten werden untersucht. Ziel ist es herauszufinden, wie die reduzierte Bodenbearbeitung und der Einsatz von Gründüngung die Verteilung und Aktivität von Bodenlebewesen unter verschiedenen Klima- und Bodenbedingungen beeinflusst (BLE 2012J).

## 6.2 Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft

Keine Forschungsprojekte

## 6.3 Mitigation und Adaption an den Klimawandel

Vor dem Hintergrund der sich ändernden Klimabedingungen mit extremen Wetterereignissen wie Starkregen oder lang anhaltende Trockenperioden, wie sie für verschiedenen Regionen Deutschlands prognostiziert werden, erlangen Anpassungsstrategien im Pflanzenbau immer größere Bedeutung.

Im Projektvorhaben der FH Südwestfalen „**Klimaorientierte Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft (optimierter Klimabetrieb)**“ (10HS012) (2010 – 2013) wird in Zusammenarbeit mit dem Julius-Kühn-Institut (JKI) und dem Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) der Fragestellung nachgegangen, welche Möglichkeiten konventionell wirtschaftenden Betrieben zur Verfügung stehen, einerseits einen effektiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und sich andererseits selbst auf die Folgen des Klimawandels einzustellen.

In einem On-Farm-Systemvergleich werden auf zwei unterschiedlichen Standorten (Braunschweig: Trockenstandort; Soest: niederschlagsreich) drei verschiedene landwirtschaftliche Betriebsvarianten abgebildet.

1. Marktfruchtbetrieb: enge Rapsfruchtfolge, Pflug zu Wintergerste und Raps
2. Veredlungsbetrieb: Biogas, 3 feldrige Mais-Getreide-Fruchtfolge, teilweise pfluglos
3. optimierten Klimabetrieb: Mastschweine, Biogas, 8-feldrige Fruchtfolge mit Ackerbohnen/Erbse, ganzjährige Bodenbedeckung, Direktsaat bis Mulchsaat.

Zielgröße ist ein an den Klimawandel angepasster Betrieb mit der Minimierung

- des Bedarfes an fossiler Energie,
- der Emission von Treibhausgasen,
- von Boden- und Gewässerbelastungen,
- des Bedarfs mineralischer Düngemittel und
- von Ertragsschwankungen durch Erweiterung des Kulturartenspektrums.

Die Integration von Körnerleguminosen (Ackerbohnen) mit einem Fruchtfolgeanteil von 12,5% ist ein wesentlicher Bestandteil im optimierten Klimabetrieb. Ihr Beitrag an der Optimierung des Betriebes hinsichtlich ökonomischer Aspekte (Vorzüglichkeit aufgelockerter Fruchtfolgen, Maschineneinsatz) und der ökologischen Effekte (Reduzierung der THG-Belastung durch Mineraldüngereinsparungen, Einsparungen an fossiler Energie) werden herausgearbeitet.

Die ökonomische Bewertung erfolgt über das im Projekt BLE-00HS017 erarbeitete Berechnungsmodell „Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen (DAL)“. Eine Beurteilung der ökologischen Leistung der Systeme erfolgt über das europaweit

anerkannte Bewertungssystem „Swiss Agricultural Life Cycle Assessment“ (SALCA). Es werden für die landwirtschaftliche Praxis übertragbare Erkenntnisse und Strategien für eine an den Klimawandel angepasste Landwirtschaft mit Reduktionspotenzial von klimaschädlichen Gasen und deren Auswirkung auf ökologische und ökonomische Eckdaten erwartet. Auch im Hinblick auf das Potenzial der dargestellten Leguminosenfruchtfolgen für den Klimaschutz sind Aussagen zu erwarten.

Es sollen konkrete Daten für die Bewertung der ackerbaulichen Effizienz betrieblicher Maßnahmen sowie zur Abschätzung von Emissionsvermeidungskosten bereitgestellt werden.

Daten für den effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern, insbesondere von Gärrückständen aus Biogasanlagen und für die Nutzung von durch Leguminosen fixierten Stickstoffs bei konventioneller Bewirtschaftung abgeleitet werden.

Schließlich werden empirische Daten zu Mulch- und Direktsaatverfahren zur Abschätzung des THG-Einsparpotenzials und der betrieblichen Anwendbarkeit ermittelt (SCHÄFER ET AL. 2010; SCHÄFER ET AL. 2011)

Der Frage, in welchem Umfang der Anbau von Leguminosen zur Reduktion der THG-Emission durch die Landwirtschaft beitragen kann, wird im **FNR-Projekt 22402211 „Senkung der THG-Emissionen in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zur Erzeugung von Biokraftstoffen durch Leguminosenanbau und produktionstechnische Maßnahmen“** (2012 – 2015) auf drei Standorten in Mecklenburg-Vorpommern in Anbausystemen mit Biokraftstoff-Produktketten analysiert. Alle Möglichkeiten sollen genutzt werden, die sich aus dem standortgerechten Anbauverhältnis, der Fruchtfolgegestaltung, insbesondere durch die Integration von Leguminosen (Körnererbse, Lupine), und der Gestaltung der Produktionstechnik (Pflug, pfluglos) ergeben. Insgesamt werden 12 Stickstoffsteigerungsfunktionen erarbeitet, die die Vorfrucht (Winterweizen, Erbse, Lupine), den Standort und das Bestellverfahren berücksichtigen (GURGEL 2012).

## 7 Forschungsfeld „Sozioökonomie“

### 7.1 Systemorientierte Kosten-Leistungsrechnung

Systemversuche bieten sich an, wenn man verschiedene komplexe Produktionssysteme unabhängig voneinander auf der Basis von abgesicherten Produktionsstrategien aus faktoriellen Versuchen optimiert durchführt und als Ganzes vergleicht (BÄUMER 1994 zit. in SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006).

Um für die Praxis relevante Aussagen aus den Systemversuchen ableiten zu können, ist es wichtig, den Systemversuchen mit betriebswirtschaftlicher Fragestellung einen Handlungsrahmen zu geben. Insbesondere bei ökonomisch ausgerichteten Versuchen müssen Neuentwicklungen bei Sorten, im Pflanzenschutz, der Düngung und der Maschinenteknik berücksichtigt werden, die Systeme optimiert geführt werden. So können die jährlichen Wechselwirkungen im betrachteten System bewertet werden (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006).

Auch für die gewünschte stärkere Integration von Körnerleguminosen in die Praxis bietet sich die ökonomisch fundierte Argumentation auf Basis der Vollkostenanalyse an.

Verschiedene produktionstechnisch optimierte Systeme der Bodenbewirtschaftung für konventionelle Ackerbaubetriebe wurden in dem Forschungsvorhaben „**Bewertung von neuen Systemen der Bodenbewirtschaftung in erweiterten Fruchtfolgen mit Körnerraps und Körnerleguminosen**“ (2001-2005, [00HS017/1](#) – [00HS017/4](#)) auf vier verschiedenen Standorten in Deutschland geprüft. In diesen Systemversuchen standen die monetäre Quantifizierung der in Pflanzenbausystemen auftretenden Wechselwirkungen zwischen Bodenbearbeitung und Fruchtfolgegestaltung im Vordergrund.

Neben den engen, weizenbetonten Referenzfruchtfolgen, die als Pflug- und Mulchsaatvarianten geprüft wurden, wurden weitere standortgerechte erweiterte Fruchtfolgesysteme mit Winterraps und Körnerleguminosen (je nach Standort, Ackerbohne, Körnererbse, Blaue Lupine) konservierend oder in Direktsaat entwickelt und bewertet.

Um dem Anspruch einer umfassenden ökonomischen Bewertung der Versuchsergebnisse gerecht zu werden, wurde der standardisierte Leitfaden zur Vollkostenanalyse im Rahmen von Betriebszweigabrechnungen (DLG-Band 197) als Basis gewählt. Nach Abzug der Direktkosten und der Kosten der Arbeitserledigung von den Leistungen wurde eine Kenngröße entwickelt, die als „Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) bezeichnet wurde.



Tab. 4: Berechnungsschema zur ökonomischen Auswertung von Systemversuchen (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006)

<b>Leistungen:</b>	Marktleistung Produktionsgebundene Direktzahlungen
Direktkosten:	Saatgut Düngung Pflanzenschutz Trocknung Versicherung (Hagel) Zinsansatz Feldinventar
<b>Direktkostenfreie Leistungen:</b>	
Arbeiterledigungskosten:	Lohn Lohnansatz Lohnunternehmer Feste Maschinenkosten Variable Maschinenkosten
<b>Direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistungen (DAL)</b>	

Die Ergebnisse der Studie ergeben, dass nur Vollkostenanalysen sichere Entscheidungen bei Fragen der Fruchtfolgeerweiterung und eine ökonomische Bewertung von Fruchtfolgen und Bodenbewirtschaftungssystemen erlauben. Der aus der Vollkostenrechnung abgeleitete ökonomische Bewertungsmaßstab der „direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung“ (DAL) ermöglicht es, Systeme der Bodenbewirtschaftung methodisch korrekt und umfassend zu bewerten. Die Höhe der Direktkosten steht dabei in unmittelbarem Zusammenhang mit der Fruchtfolgegestaltung.

Nur in einseitigen Fruchtfolgen sind höhere Direktkosten durch die pfluglose Bearbeitung festzustellen, was vor allem durch einen höheren Aufwand an Pflanzenschutz und Düngung begründet ist. Das größte Einsparpotenzial bei den Arbeiterledigungskosten ist bei einem Wechsel von Halmfrucht zu Blattfrucht (Ackerbohnen, Erbsen, Raps) und/oder Winterung zu Sommerung zu erzielen.

Der monetäre Vorfruchtwert der Blattfrüchte ergibt sich aus den Einsparungen bei den Direktkosten (Pflanzenschutz, Düngung) und Arbeiterledigungskosten sowie aus den höheren Erträgen der Folgefrucht. Besonders auf Grenzertragsstandorten sind Einsparpotenziale, die Blattfrüchte bieten, am effektivsten zu nutzen.

Die Analyse erlaubt die Aussage, dass erweiterte Fruchtfolgen bei den derzeitigen Marktpreisen für Getreide von hoher Stabilität geprägt sind. Erst wenn die Weizenpreise weit über 20 €/dt steigen würden, nimmt die Vorzüglichkeit wintergetreidebetonter Fruchtfolgen zunächst auf den ertragsstärkeren Standorten zu. Aufgelockerte, pfluglos bestellte Bewirtschaftungssysteme mit Leguminosen und anderen Blattfrüchte in der Fruchtfolge zeichnen sich auch bei steigenden Marktpreisen auf Grenzstandorten des Stoppelweizenanbaus durch hohe Stabilität aus (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006).

Tab. 5: Mindestens notwendiger Leguminosenertrag in erweiterten, pfluglos bestellten Fruchtfolgen im Vergleich zum Referenzsystem wintergetreidebetonte Fruchtfolge mit Pflug bei durchschnittlichen und 20 % höheren Weizenpreisen, 2003 – 2005 (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006)

Standort	Leguminosenart	Ist-Ertrag (dt/ha)	Mindest notwendiger Ertrag (dt/ha)	Mindest notwendiger Ertrag bei 20% höheren Weizenpreisen
Soest	Ackerbohnen	59,6	36,02	54,22
Freising	Körnererbsen	46,3	22,19	36,03
Braunschweig	Körnererbsen	41,5	15,96	29,33
Gülzow	Bl. Lupine	29,5	0*	0*

\* Ernte nicht zwingend erforderlich, da auch bei Ertragsverzicht die Vorfruchtwirkungen das Anbausystem stabilisieren.

Eine Erweiterung der Fruchtfolge durch die Integration von Leguminosen in das Anbausystem wird von der Praxis eher angenommen, wenn die Vermarktungsfähigkeit der Körnerleguminosen verbessert und damit die Rentabilität der Systeme weiter gesteigert werden kann. Bei einer betriebseigenen Verwertung der Körnerleguminosen durch die Veredlung in der Tierproduktion ist eine unmittelbare Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Körnerleguminosenanbaus möglich.

Bisher hat das DAL-System keinen breitflächigen Eingang in die Praxis gefunden. Die Erfassung der betriebsindividuellen Arbeitserledigungskosten gestaltet sich aufwendig und schwierig. Zum anderen existiert zurzeit kein praxisreifes EDV-gestütztes Programm zur betriebswirtschaftlichen Kalkulation der DAL.

Eine Evaluation von Faktoren für erfolgreiche Anbau- und Eigenverwertungssysteme von Körnerleguminosen in landwirtschaftlichen Betrieben ist Gegenstand der laufenden Untersuchungen des **Arbeitspaketes 2 „Evaluierung der Erfolgsfaktoren aktuell verbliebener Körnerleguminosen (Systemanalyse)“** des Kooperationsprojektes **„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung „** (2011-2014, [28154.072-10](#)).

In den typischen Anbauregionen der Körnerleguminosen Lupine (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern), Erbse (Sachsen-Anhalt) und Ackerbohne (z.B. Nordrhein-Westfalen) werden jeweils etwa 10 landwirtschaftliche Betriebe produktionstechnisch und betriebswirtschaftlich analysiert. Der Informationsstand zum Anbau heimischer Körnerleguminosen soll verbessert und Hemmnisse für eine Ausdehnung des Leguminosenanbaus herausgearbeitet werden. Bewertungsgrundlage bietet die direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL) mit Körnerleguminosen-haltigen Fruchtfolgen und ggf. bei Eigenverwertung der Substitutionswert im Vergleich zu einer sojabasierten Fütterung (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).

## 7.2 Gesellschaftliche Bewertung

### 7.3 Marktentwicklung

Die insgesamt in Deutschland produzierten Mengen an Körnerleguminosen sind im Vergleich zur gesamten Produktion von eiweißhaltigen Lebens- und Futtermitteln unwesentlich. Deswegen ist über ihre Verwertung wenig bekannt. Das Fehlen einheitlicher Partien in ausreichender Größe wird oftmals als Handelshemmnis angeführt.

Im Teilprojekt **„Analyse erfolgreicher Verwertungswege“** des **Arbeitspaketes 7 „Evaluierung der Akzeptanz beim Verbraucher und Produzenten“** des Kooperationsprojektes **„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung„**, (2011-2014, [28154.072-10](#)) (siehe auch Kapitel 2) sollen Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung heimischer Körnerleguminosen in der Humanernährung aufgezeigt und mögliche Absatzpotenziale abgeschätzt werden. Dies umfasst eine exakte Analyse der Vermarktungswege, die Konkretisierung der spezifischen produktionstechnischen Anforderungen und eine Einschätzung hinsichtlich des Marktpotenzials im Bereich des Lebens- und Futtermittelbereichs.

In Modellregionen sollen Initiativen aufgebaut werden, die vor Ort über eine verbesserte organisatorische und wirtschaftliche Abstimmung der Mitglieder der gesamten Prozesskette zur Ausdehnung des Körnerleguminosenanbaus beitragen und stimulierend für den Anbau in anderen Regionen wirken können (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).

## 8 Zukünftiger Forschungsbedarf

Die im Geschäftsbereich des BMELV seit 1986 geförderten Vorhaben zu Ackerbohnen und Körnererbsen haben den Wissensstand über diese Kulturen deutlich erweitert. Da der Schwerpunkt der ausgewerteten BÖLN-Projekte im Ökologischen Landbau liegt, haben die Ergebnisse der Forschungsprojekte vor allem einen Beitrag für die Entwicklung des Ökologischen Landbaus geleistet.

Fragestellungen im konventionellen Leguminosenanbau und –verwertung wurden hingegen im Rahmen der über BÖLN unterstützten Projekte nur vereinzelt gefördert.

Der erreichte Kenntnisszugewinn konnte den Abwärtstrend des Leguminosenanbaus allerdings nicht aufhalten. Die Wirtschaftlichkeit anderer Ackerkulturen war bzw. ist aus Sicht vieler Betriebe und der Beratung im Vergleich zu den Leguminosen höher.

Das Ziel der Eiweißpflanzenstrategie des BMELV (2012) ist u.a. die Stellung der Körnerleguminosen in der deutschen Landwirtschaft in den nächsten Jahren zu sichern bzw. zu verbessern.

Aus Ergebnissen der ausgewerteten Forschungsprojekte, den langjährigen Erfahrungen im Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Südwestfalen, den Expertengesprächen und begleitender Literatur konnte abgeleitet werden, dass es für einen erfolgreichen Anbau von Körnerleguminosen und ihrer Verwertung im Futtermittelbereich sehr wichtig war, auf detaillierte Einzelfragen Antworten zu finden. Wesentlich komplexer hingegen gestaltet sich die Suche nach der Antwort auf die Frage, warum Landwirte sich gegen den Anbau und die innerbetriebliche Verwertung von Körnerleguminosen entscheiden.

In verschiedenen Projekten wurden bei Befragungen von Landwirten diverse Argumente für die mangelnde Bereitschaft zum Anbau von Körnerleguminosen genannt wie z.B. geringe Ertragsstabilität, niedrige bzw. schwankende Produzentenpreise und mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Ackerkulturen (CHARLES ET AL. 2007; GL-PRO 2006; ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT). Darüber hinaus stellen auch Vermarktungsprobleme aufgrund schwankender Liefermengen und –qualitäten sowohl von Seiten der Landwirtschaft als auch des Handels und unzureichende Kenntnis über den Futterwert der Körnerleguminosen ein Hemmnis dar (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). Als Folge des geringen Anbauumfangs von Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen im gesamten Agrarsektor ist das Angebot dieser Rohstoffe für die nachgelagerten Bereiche der Wertschöpfungskette ungenügend und unsicher (KÖN 2012, BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). Es existiert ein sich negativ verstärkendes System zwischen Erzeugern und abnehmender Hand (SPECHT 2009).

Tab. 6: Umfrage bei den Nichtproduzenten von Körnerleguminosen in Europa (Deutschland, Belgien, Spanien: Kastillen und Leon + Navarra, Schweiz). Wirtschaftliche und technische Gründe für die mangelnde Bereitschaft zum Anbau von Körnerleguminosen (Auszug).  
(Durchschnittsnoten: 4 = trifft zu, 3 = eher richtig, 2 = eher falsch, 1 = falsch)  
(CHARLES ET AL. 2007)

<b>Warum bauen Sie zurzeit keine Körnerleguminosen an?</b>	<b>Deutschland</b>
Ertragsschwankungen	3,2
Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den Ölsaaten	3,2
Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Getreide	3,1
Mangelnde Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Kartoffel oder der Rübe	3,1
Niedrige/schwankende Produzentenpreise	3,1
Niedrige Erträge	2,8
Probleme bei der Ernte	2,7
Niedrige Stützungsprämien	2,6
Saatgutkosten	2,6
Vermarktungsprobleme	2,6
Mangelnde Attraktivität der lokalen Maßnahmenprogramme	2,5
Fehlende Wirksamkeit/Verfügbarkeit von Herbiziden	2,3
Mangelnde an unsere Region angepasste Sorten	2,1
Durch Schädlinge verursachte Schäden	2,1
Durch Tauben verursachte Schäden	2,1
Auflagen der Aktionsprogramme gegen Nitrate	2,1
Arbeitsorganisation	2,0
Wurzelkrankheiten der Eiweißerbsen	1,9
Mangelnde Anpassung an die Böden des Betriebs	1,7
Mangelnde Anpassung an die lokalen klimatischen Bedingung	1,7

Deutlich wird, dass eine Anbauausdehnung nur erreicht werden kann, wenn es gelingt, erfolgreiche Bedingungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu schaffen. Dies betrifft vor allem auch, neben der innerbetrieblichen Verwertung, die mengen- und qualitätsmäßig gesicherten Absatz- und Vermarktungsmöglichkeiten für Körnerleguminosen. Dies ist eine zwingende Voraussetzung, um die Wettbewerbsfähigkeit der Körnerleguminosen gegenüber den übrigen Kulturen zu stärken.

Handlungsbedarf wird daher auf den folgenden Ebenen formuliert (WEHLING 2009, BMELV 2012):

- Aktivierung der Wertschöpfungskette unter Einbeziehung des Rohstoffhandels
- Verbund-Forschung entlang der Wertschöpfungsketten für Körnerleguminosen
- Ertrags- und Qualitätssicherung im Körnerleguminosenanbau
- Information und Kommunikation auf fachlicher und gesellschaftlicher Ebene
- Regionsspezifische Berücksichtigung der Körnerleguminosen bei der Formulierung und Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen.

Die DAFA (2012) hat darauf aufbauend konzeptionelle Empfehlungen für die Umsetzung der zusätzlichen Handlungsfelder ausgesprochen:

- Langfristige und leguminosenspezifische Forschung
- Transdisziplinäre Forschung in Konsortien
- Integrative Forschung innerhalb der Wertschöpfungsketten
- Regionale Anbauzentren
- Umsetzung von Forschungsergebnissen optimieren (Beratung, Aus-, Weiterbildung)
- Agrarpolitische Maßnahmen.

Eine Auswertung der AMI Markt Daten von 2011 (AMI 2013) zeigt den Flächenanteil von Leguminosen an der Gesamtackerfläche im ökologischen und konventionellen Ackerbau in 2011. Die Gesamtanbaufläche dieser Hülsenfrüchte in Deutschland lag in 2011 bei 97.500 ha AF.

Annähernd 50% der gesamten deutschen Ackerbohnenfläche, 42% der Lupinenfläche und ca. 11% der Futtererbsenfläche entfielen auf den Bereich der Ökologischen Landwirtschaft (vgl. Tab. 7). Während gut 29% der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche mit Leguminosen bestellt wurden, betrug der mit Leguminosen bestellte Anteil der Ackerfläche im konventionellen Landbau lediglich 2,7%. Nur 0,6% der konventionell bewirtschafteten Ackerfläche wurde mit Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Körnererbsen, Lupinen) bestellt (vgl. Abb. 2).

Tab. 7: Anteil des Ökologischen Landbaues an der Bodennutzung für Leguminosen in Deutschland im Jahr 2011 (Auszug) (AMI 2013)

Kulturen/Tierarten	Einheit	Ökologischer Landbau 2011	Deutschland gesamt 2011	Öko-Anteil 2011
<b>Fläche (LF)</b>	ha	1.015.626	16.721.300	6,1 %
- Ackerland	ha	435.000	11.874.100	3,7 %
<b>Hülsenfrüchte</b>	ha	25.500	97.500	26,2
- Ackerbohnen	ha	8.600	17.300	49,7 %
- Lupinen	ha	9.000	21.500	41,9 %
- Futtererbsen	ha	6.000	55.800	10,8 %
<b>Futterbau/Ackerfutter</b>	ha	154.000	2.813.700	5,5 %
- Gemengeanbau	ha	11.500	84.600	13,6 %
- Feinleguminosen	ha	90.000	263.500	34,2 %

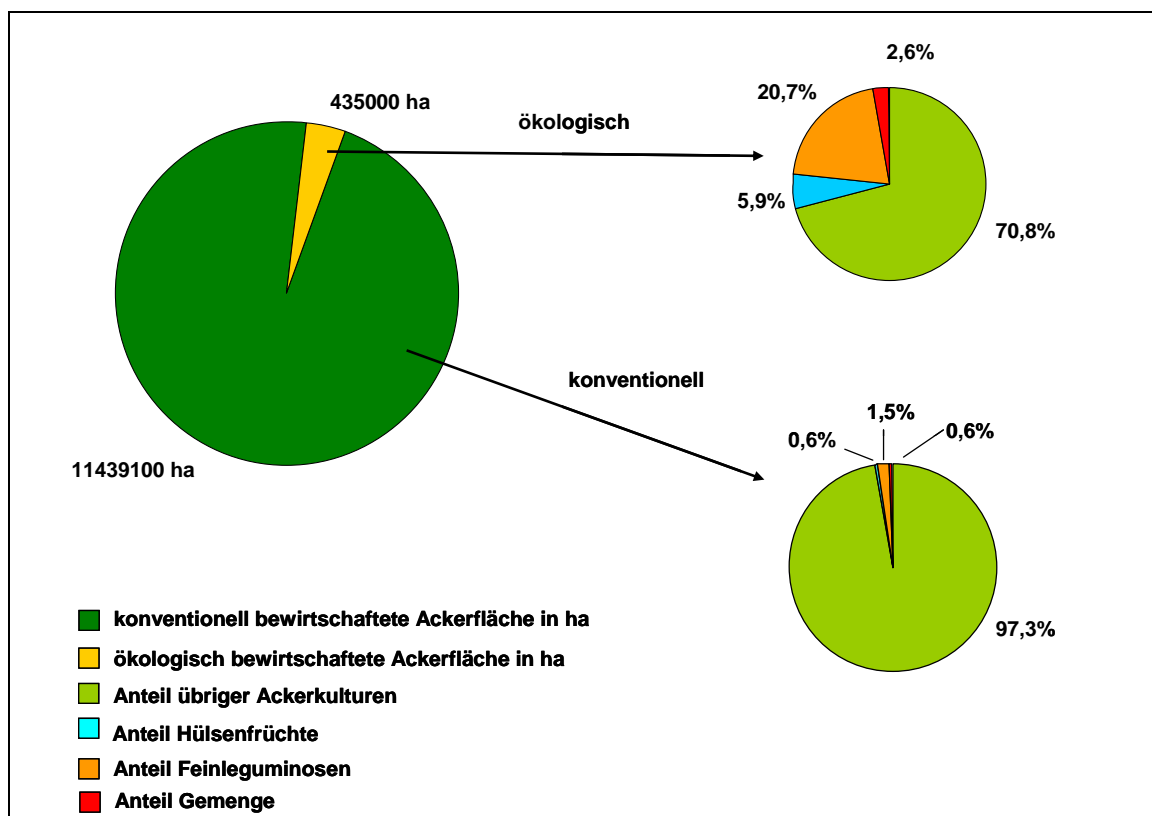


Abb. 2: Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Ackerfläche (ha) in Deutschland 2011 und der Anteil (%) der mit Hülsenfrüchten (Ackerbohnen, Lupinen, Futtererbsen), Feinleguminosen und Gemenge bestellten konventionell und ökologisch bewirtschafteten Fläche, Deutschland 2011 (AMI 2013)

Die Darstellungen der AMI Daten (AMI 2013) veranschaulichen, dass sich aus der Intensität des Leguminosenanbaus im ökologischen Landbau andere Schwerpunkte im Handlungsbedarf ergeben als im konventionellen Landbau mit den sehr geringen Leguminosenflächenanteilen.

Aufgrund des hohen Leguminosenanteils kann eine weitere Anbauausdehnung im Ökologischen Landbau nur durch eine Ausdehnung der Gesamtanbaufläche erwartet werden. Daher sind in diesem Bereich insbesondere produktionstechnische Fragestellungen und Effizienzsteigerungen in der Pflanzen- und Tierproduktion bei zukünftigen Forschungsfragen aufzugreifen.

Für die konventionelle Landwirtschaft ergeben sich aus dem derzeitigen geringen Anbauumfang an Leguminosen Forschungsfragen und Arbeitsschwerpunkte, die u.a. an dem Ziel eines Flächenzuwachses bei Körnerleguminosen (Produktion, Verwertung) ausgerichtet sein werden.

Voraussetzung für die Erzeugung von ausreichend großen Chargen an Körnerleguminosen ist die Steigerung der Attraktivität des Körnerleguminosenanbaus insbesondere auch im konventionellen Landbau. Vor allem hier ist ein effektiver Zugewinn an Anbaufläche als Voraussetzung für die Produktion ausreichender Rohstoffmengen für den Markt zu erwarten.

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vorgehensweise wird im Folgenden (siehe Tabelle 8) eine Zusammenstellung und Priorisierung des Forschungsbedarfs bei Ackerbohnen und Körnererbsen vorgenommen und ein Handlungsbedarf (siehe Tabelle 9) abgeleitet. Zu berücksichtigen ist, dass die nachfolgend herausgearbeiteten und formulierten Schwerpunkte das gemeinsame Ziel einer Anbauausdehnung von Ackerbohnen und Körnererbsen verfolgen. So wurde bei der Bewertung auch berücksichtigt, durch welche Forschungsfelder vergleichsweise kurzfristig Effekte für die Anbauflächen zu erwarten sind. Eine Sonderstellung nimmt hier der Bereich der Pflanzenzüchtung ein, von dem ohnehin aufgrund der langfristigen Vorgaben im Bereich der Sortenentwicklung kurzfristig keine messbaren Effekte auf die Anbaufläche zu erwarten sind. Trotzdem wird dieser Bereich für die langfristige Anbauflächenentwicklung als sehr bedeutend eingestuft.



Tab. 8: Zusammenstellung und Priorisierung des aktuellen Forschungsbedarfs bei Ackerbohnen und Körnererbsen

(+ geringer Forschungsbedarf; ++ mittlerer Forschungsbedarf; +++ hoher Forschungsbedarf)

Schwerpunkt	Thema	Ackerbohnen	Körnererbsen
<b>Züchtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ertrag               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ertragshöhe</li> <li>- Ertragsstabilität</li> <li>- Hybridzüchtung</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p>	<p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualität (Rohprotein, Aminosäureprofil, antinutritive Substanzen)</li> </ul>	+	+
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistenzen gegen Schaderreger</li> </ul>	+	+
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winterformen / Kältetoleranz</li> </ul>	+	++
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockenheitstoleranz</li> </ul>	++	+
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standfestigkeit</li> </ul>	+	+++
	<b>Pflanzenbau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saatgutqualität (TKM, Keimfähigkeit, Krankheiten, Schädlingsbesatz)</li> </ul>	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtfolgegestaltung (Leguminosenmüdigkeit, Raps-Fruchtfolge, Sonnenblumen-Fruchtfolge)</li> </ul>		+++	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemengeanbau für konventionelle Betriebe</li> </ul>		+	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennung von Gemengepartnern bei/nach der Ernte</li> </ul>		+	+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• N-Fixierung (Mikronährstoffe, Rhizobienimpfung, N-Düngung, N-Transfer für Folgefrucht, N-Bilanz und Viehhaltung)</li> </ul>		+++	+++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Düngung               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stickstoff</li> <li>- Schwefel</li> <li>- Wirkung von Düngung auf Inhaltsstoffe der Körnerleguminosen</li> </ul> </li> </ul>		+	+
		+	+
		++	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erntetechnik und Ernteo Optimierung (Terminierung, Sikkation, Technik)</li> </ul>		++	++
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung von Ökosystemleistung (z.B. Treibhausgas-minderungspotenzial im Hinblick auf förderpolitische Instrumente)</li> </ul>		++	++

Tab. 8: Fortsetzung: Zusammenstellung und Priorisierung des aktuellen Forschungsbedarfs bei Ackerbohnen und Körnererbsen

(+ geringer Forschungsbedarf; ++ mittlerer Forschungsbedarf; +++ hoher Forschungsbedarf)

Schwerpunkt	Thema	Ackerbohnen	Körnererbsen	
<b>Pflanzenschutz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologie und Bekämpfungskonzepte von Schaderregern</li> <li>- Ackerbohnen-, Erbsenrost</li> <li>- <i>Bortrytis fabae</i> (Schokoladenflecken)</li> <li>- <i>Bortrytis cinerea</i></li> <li>- <i>Sclerotinia sclerotiorum</i></li> <li>- Stängelbasis-, Wurzelkrankheiten</li> <li>- Blattläuse</li> <li>- Erbsenwickler</li> <li>- Bohnenkäfer, Erbsenkäfer</li> <li>- Blattrandkäfer</li> <li>- Erbsengallmücke</li> </ul>	<p>+++</p> <p>++</p> <p></p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+++</p> <p>++</p> <p>++</p> <p>++</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	<p>++</p> <p></p> <p>+++</p> <p>+</p> <p>+++</p> <p>++</p> <p>++</p> <p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befallsprognosemodelle</li> </ul>	+	+	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirksamkeit, Zulassung von Herbiziden, Fungiziden</li> </ul>	+++	+++	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unkraut-/Ungrasmanagement bes. im integrierten Landbau</li> </ul>	++	++	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bundesweites Monitoring Pathogene</li> </ul>	++		
	<b>Tierernährung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungs- und Akzeptanzprüfung von praxisrelevanten Sorten für konventionelle Betriebe</li> </ul>	++	++
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombinierbarkeit alternativer Eiweißträger</li> </ul>	++	++
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitungsverfahren für Körnerleguminosen</li> </ul>	++	++
	<b>Betriebswirtschaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmonisierung von Futtermittelvergleichswerten</li> </ul>	+	+
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines EDV-gestützten Kalkulationsmodells auf Grundlage des Bewertungsmaßstabs „DAL“ und unter Berücksichtigung des Futtermittelvergleichswertes</li> </ul>	+++	+++
<b>Food-, Non-Food-Bereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschließung weiterer Produktionsoptionen</li> <li>• Erschließung von Schnittstellen zur kaskadischen Verwertung von Neben- und Abfallstoffen aus der Food-Wertschöpfungskette</li> </ul>			

## Züchtung:

Bedingt durch ein bis heute abnehmendes Interesse der Landwirte an einem Anbau von Körnerleguminosen und einer damit einhergehenden geringen Nachfrage nach Körnerleguminosensaatgut, sind Zuchtprogramme in Deutschland und Europa wirtschaftlich immer weniger interessant und damit rückläufig (siehe Abbildung 1). Erfolgreiche, zukunftsweisende Züchtungsfortschritte im Bereich Körnerleguminosen sind dadurch mittelfristig gefährdet. Für eine Intensivierung des Körnerleguminosenanbaus sind zukunftsgerichtete Züchtungsarbeiten hingegen notwendig (SASS 2013).

Aus den Umfrageergebnissen des GL-Projektes (GL PRO 2006) und des LeguAN-Projektes ist abzuleiten, dass ein Hemmnis des Leguminosenanbaus die z.T. fehlende Ertragsstabilität bei hohen Ertragsschwankungen und niedrigem Ertragsniveau ist. Hinsichtlich des Ertragsniveaus unterscheiden sich Ackerbohne und Erbse unter praktischen Anbaubedingungen deutlich, was nur teilweise auf die höhere Standortgunst der Ackerbohnen-Anbauregionen zurückzuführen ist. Die Unterschiede in den Naturalerträgen der beiden Arten haben großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Anbaues, wie aktuelle Auswertungen aus konventionellen Praxisbetrieben belegen (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT). Auch hinsichtlich der Ertragsstabilität schneidet die Ackerbohne meist besser ab als die Erbse, wie sowohl anhand von bundesweiten Ergebnissen als auch anhand der Auswertungen von Einzelstandorten gezeigt werden kann. Auch in der im Rahmen des LeguAN-Projektes durchgeführten Befragung wurde die mangelnde Ertragssicherheit von den Landwirten mit Erbsenanbau deutlich häufiger als Problem benannt als bei den Ackerbohnen (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT). Ursache ist die höhere Empfindlichkeit der Erbse gegenüber Witterungs- und Schaderregereinflüssen. Beispielsweise sind die Anbauflächenrückgänge in Frankreich zum Ende der 90er Jahre teilweise auf massive Schäden durch die Fruchtfolgekrankheit *Aphanomyces euteiches* zurückzuführen (SCHÄFER 2011). Aus der höheren Empfindlichkeit resultieren auch Empfehlungen für eine weitere Fruchtfolgestellung der Erbse im Vergleich zur Ackerbohne. Somit kommt der Pflanzenzüchtung mit Blick auf die Ertragshöhe und –stabilität für beide Kulturen und im Besonderen für die Erbse eine hohe Bedeutung zu. Während sich die Forschungsarbeiten bei den Körnererbsen mit der Sichtung genetischer Ressourcen sowie der Anbauoptimierung der verfügbaren Genotypen beschäftigen, wurde im Bereich der Ackerbohnen in den vergangenen Jahren effektiv an einer züchterischen Weiterentwicklung von Sorten gearbeitet.

Die Entwicklung geeigneter Methoden der Hybridzüchtung wurde in den vergangenen Jahren intensiv verfolgt. Die Realisierung der Hybridzüchtung bei der Ackerbohne scheiterte jedoch bisher stets an der mangelnden Stabilität der Pollensterilität, d.h. am Trend zur spontanen Reversion zur Fertilität in den CMS-Linien. Bis heute (LINK 2013) ist es noch nicht gelungen, ein stabiles CMS-System zur kontrollierten Durchführung von Kreuzungen bei Ackerbohnen durchzuführen, um Hybridsorten der Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen. Eine Weiterführung der Forschung in diesem Bereich für die Entwicklung stabiler CMS-Systeme erscheint dennoch aussichtsreich, bedarf allerdings längerfristiger finanzieller Unterstützung von mindestens 12 Jahren (LINK 2013).

Von verschiedenen Anbauverbänden des ökologischen Landbaus wird hingegen die Hybridzüchtung abgelehnt (MESSMER UND WILBOIS ET AL. 2011).

Die Züchtung synthetischer Sommer-Ackerbohnsorten erweist sich als erfolgreiches Konzept sowohl für den ökologischen als auch für den konventionellen Landbau. Aufgrund ihrer Heterogenität (genetische Variabilität) können Ackerbohnen-Synthetiks überraschende Umwelteffekte abpuffern. Diese Sorten erleiden bei einem Nachbau keine genetisch bedingten Leistungseinbußen, sondern erfahren eine Adaption an die lokalen Standortgegebenheiten (LINK 2013).

Für die Züchtung synthetischer Sorten sind Zeitfenster von ca. 15 Jahren zu kalkulieren sowie eine räumliche Isolierung erforderlich. Das System der Züchtung synthetischer Sorten wurde in enger Kooperation zwischen der Universität Göttingen und der NPZ Lembke KG zur Praxisreife entwickelt. Derzeit stehen die synthetischen Sommer-Ackerbohnsorten Fuego, Fanfare sowie Taifun (EU-Sorte) und Vertigo (englische Sorte) dem Markt zur Verfügung (SASS 2013).

Durch die besondere Kombination von Proteingehalt, speziellen Kohlenhydraten, sekundären Inhaltsstoffen und Faserfraktionen mit besonderen Eigenschaften eignen sich Körnerleguminosen für eine Verwendung nicht nur in der Tierproduktion, sondern auch für eine Nutzung im Food- und Non-Food-Bereich (DAFA 2012).

Ackerbohnen und Körnererbsen können als alternative, heimische Eiweißträger einen Teil des Importsojas in Futtermitteln für Nutztiere substituieren. Der Proteinergänzungsbedarf variiert zwischen den Tierarten teils erheblich und liegt im Bereich zwischen 0 (z.B. Mutterkühe) und 65% (Geflügel) (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013).

Der Einsatz heimischer Körnerleguminosen als Einweißkomponente in der Tierfütterung bei Monogastriern und Wiederkäuern wird wesentlich von deren Inhaltsstoffen und Verdaulichkeit bestimmt. Zwischen den Leguminosenarten, den Sorten, Herkünften, Standorten und Anbaujahren herrscht eine große Variationsbreite im Futterwert (DAFA 2012). Die zum Teil stark schwankenden Gehalte an Rohprotein und Aminosäuren erschweren den Einsatz von Körnerleguminosen in der Tierfütterung (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). So können z.B. die Gehalte an Rohprotein der Futtererbsen je nach Sorte, Standort und Jahr zwischen 16 und 23% schwanken (SAUERMAN 2013A), die der Ackerbohnen in einer Spannweite von über 4% (Min.-Max.Wert) liegen (SAUERMAN 2013B).

Die züchterische Bearbeitung der inneren Qualität der Körnerleguminosen (Proteingehalte und Aminosäureprofil) muss vor dem Hintergrund eines vermehrten Einsatzes im Fütterungsbereich weiterverfolgt werden, allerdings nicht mit höchster Priorität. Aus den Ergebnissen von GL-Pro und LeguAN kann geschlossen werden, dass die bisherigen Qualitäten von den Landwirten nicht als problematisch angesehen werden. Ein weiterer Grund hierfür liegt darin, dass der Erzeugerpreis im Handel bisher kaum / nicht von der inneren Qualität der Leguminosen abhängt. Die geringere Priorisierung kann zudem auch durch die geringe Akzeptanz der bereits verfügbaren tanninfreien und vicin/convicinfreien Sorten begründet werden. So wählten auch Landwirte mit einer innerbetrieblichen Verwertung der Körnerleguminosen in der

Schweinemast überwiegend tanninhaltige Sorten (ALPMANN 2013). Im Vergleich zu den anderen züchterischen Ansätzen und mit Blick auf die nur sehr langfristig zu erwartenden Verbesserungen wird der Forschungsbedarf hier aus Sicht der Autoren daher mit geringerer Priorisierung eingestuft.

Um eine Erhöhung des Einsatzpotenzials in der Monogastrierernährung zu erreichen, ist eine noch stärkere Züchtungsarbeit im Hinblick auf die Reduzierung antinutritiver Inhaltsstoffe sinnvoll (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013), gleichwohl diese Inhaltsstoffe möglicherweise auf der anderen Seite als natürliche Abwehrstoffe der Pflanze gegen bodenbürtige Pilze in der Keimungs- und Auflaufphase wirken (METAYER 2004, zit. in LINK 2009), was evtl. im Ökologischen Landbau von Bedeutung sein kann.

Für eine Verwendung von Ackerbohnen und Körnererbsen in der Humanernährung und im Bereich der stofflichen Nutzung, müssen möglicherweise andere Züchtungsschwerpunkte gewählt werden. Die Schwerpunktsetzung in diesem Bereich kann nur durch einen intensiven Austausch zwischen Züchtern und Vertretern aus dem Food- und Non-Food-Bereich herausgearbeitet und nicht im Rahmen der hier vorgestellten Ausarbeitung beurteilt werden.

Die Entwicklung winterharter Sorten bei Ackerbohne und Erbse ermöglicht die Ausweitung des Anbauspektrums der Körnerleguminosen in der Fruchtfolge. Damit einhergehend sind potentiell höhere Erträge, eine verbesserte Ausnutzung der Winterfeuchtigkeit in sommertrockenen Regionen und eine Vorverlagerung der Ernte, was im Falle der Körnererbsen zu einer Entzerrung von Arbeitsspitzen, bei den Ackerbohnen zu günstigeren Erntebedingungen führen kann. Der Gemengeanbau von Körnerleguminosen mit Wintergetreide zur Futternutzung bzw. Biogasproduktion kann dadurch interessanter werden. Einzelne Sorten haben bei der Erbse bereits ein hohes Niveau in der Winterhärte erreicht. Die Nutzung der bereits vorhandenen genetischen Variabilität lässt insofern schneller als bei der Ackerbohne züchterische Erfolge erwarten und hat daher kurzfristig ein höheres Gewicht.

Um eine Ausdehnung der Ackerbohnen-Anbaufläche auch in Gebieten mit Frühjahrs- und Sommertrockenheit zu ermöglichen, wird eine Verbesserung der Trockenheitstoleranz (und in der Folge Minderung des Hülsenabwurfes) als notwendig angesehen. Erbsen hingegen sind aufgrund der früheren Abreife oft weniger stark betroffen.

Die begonnenen Forschungsarbeiten im Bereich der Resistenz gegenüber Pilzkrankheiten bei den Körnerleguminosen, z.B. über die Entwicklung und Anwendung von DNA-Markern, sollten weiterverfolgt und zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht werden (LINK 2013).

Ein Züchtungsziel mit herausragender Bedeutung ist bei Erbsen nach wie vor die Verbesserung der Standfestigkeit, die eine wesentliche Ursache für die weiter oben beschriebenen Defizite bei der Ertragsstabilität darstellt. Diese Tatsache wird auch in der Praxis immer wieder bemängelt und stellt ein gravierendes Anbauhindernis dar (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT).

## Pflanzenbau

Saatgutkosten beanspruchen einen großen Teil der Produktionskosten bei Ackerbohnen und Erbsen, obwohl beim Z-Saatgut im Vergleich zu anderen Kulturen vergleichsweise niedrige Anforderungen an die Mindestkeimfähigkeit (Ackerbohne 85 %, Erbse 80 %) gestellt werden. Weitere Erkenntnisse zu optimalen Ernte- und Lagerbedingungen sind in diesem Bereich wünschenswert.

Trotz bekannter und empfohlener Saatstärke können die Kosten für Saatgut aufgrund der hohen und sehr unterschiedlichen Tausendkornmasse der jeweiligen Sorte sehr stark differieren (LK NORDRHEIN-WESTFALEN 2012). Die Folge ist eine große Unsicherheit unter den Landwirten bei der Saatgutbestellung. Forschungsansätze, die zur einer besseren Standardisierung der Saatgutqualität bzw. zu einer detaillierten Bewertung der einzelnen Qualitätsparameter führen, könnten diese Problematik verringern (ALPMANN 2013).

Saatgutpartien weisen z.T. einen mehr oder weniger starken Schädlingsbesatz auf. An erster Stelle ist der Bohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*) zu nennen, dessen Larven im Innern der Samen fressen. Im Rahmen eines Ackerbohnen-Monitorings wurde eine Befallsspanne von 0 - 95 % an Ackerbohnen Saatgut festgestellt (HOF-KAUTZ 2011). Der Befall mit Bohnenkäfer stellt ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Saatgutqualität dar und kann zu Einschränkungen für die Vermarktung im Humanernährungsbereich führen.

Unklar ist, wie sich der Befall mit Bohnenkäfer auf die Keimfähigkeit, Triebkraft und auf das Auftreten von Fußkrankheiten auswirkt (SAUKE 2013).

Auflauf- und Fußkrankheitserreger (*Fusarium- Ascochyta* u.a.) gefährden den Auflauf und das frühe Pflanzenwachstum bei Bohnen und im stärkeren Umfang bei Erbsen. Aus phytosanitärer Sicht wird die Verwendung von zertifiziertem gebeiztem Saatgut empfohlen. Der Schaderregerbesatz des Saatgutes kann in ökologisch wirtschaftende Betriebe zu Problemen führen, da keine chemischen Behandlungsmittel zugelassen sind und die Wirksamkeit von physikalischen Methoden sowie Behandlungsmöglichkeiten mit Pflanzenextrakten, Naturstoffen und Mikroorganismenpräparaten bisher nicht ausreichen (WILBOIS ET AL. 2007, JAHN ET AL. 2007, VOGT-KAUTE 2013B). In Untersuchungen von SCHMIDT (2007) wiesen selbst einzelne Basis- oder Z-Saatgut-Partien einen relevanten Besatz mit *Ascochyta*-Arten auf (von bis zu 30 %, Grenzwert für amtliche Saatgutenerkennung). Den höchsten Besatz mit *Ascochyta*-Arten wiesen die im Nachbau eingesetzten Parteien und die Ernteproben auf. Auffallend war, dass am Saatgut *Ascochyta pisi* den höchsten Stellenwert einnahm (SCHMIDT 2007). Aufgrund der mangelnden chemischen Bekämpfungsmöglichkeiten muss diesem Problem Ökologischen Landbau besonders Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Das Problem der „Leguminosenmüdigkeit“ wird vor allem in Betrieben in Fruchtfolgen mit hoher Leguminosendichte beobachtet, wie man es besonders in ökologisch wirtschaftenden Betrieben vorfindet (VOGT-KAUTE 2013A). Die „Leguminosenmüdigkeit“

wird als ein Ursachenkomplex verstanden aus Schaderregern, Aussaatbedingungen, Boden, Unkrautaufkommen, besonderen Witterungsereignissen wie Trockenheit, Hagel sowie der begrenzten Verfügbarkeit von Sorten (HOF-KAUTZ 2011).

Aber auch in konventionellen Anbausystemen besteht eine große Unsicherheit über die in Abhängigkeit von den Standort- und Anbaubedingungen einzuhaltenden Anbaupausen und anderen Aspekten der Fruchtfolgegestaltung. Aufgrund der großen Bedeutung wurde diesem Aspekt eine sehr hohe Priorisierung zugeordnet. Der Anbau von Ackerbohnen oder Körnererbsen in gemeinsamen Fruchtfolgen mit Winterraps oder Sonnenblumen kann zu Fruchtfolgeproblemen führen, da sie beide Wirtspflanzen von *Sclerotinia sclerotiorum* und von *Bortrytis spp.* sind. Die weitere intensive Erforschung der zwischen den Leguminen und auch nichtleguminen Fruchtfolgegliedern bestehenden Wechselwirkungen, insbesondere die phytopathologische Situation in Verbindung mit einer zukünftigen Intensivierung des Leguminosenanbaus auch im konventionellen Landbau, erfordert langfristig gesicherte Fruchtfolgeforschungen. Von besonderem Interesse sind hierbei auch die Wirkungen der verschiedenen Arten untereinander und von Zwischen- und Hauptfruchtanbau. Fragen der Fruchtfolgegestaltung erstrecken sich über die Fachdisziplinen Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Betriebswirtschaft.

Mischfruchtanbausysteme sind für Ackerbohnen und Erbsen mit unterschiedlichen Gemengepartnern und Zielsetzungen für den Ökologischen Landbau erfolgreich entwickelt und in die Praxis umgesetzt worden (SCHMIDTKE 2013, VOGT-KAUTE 2013A). Die Gemenge aus Ackerbohne/Hafer und Sommererbse/Gerste alternativ Hafer werden als Körnerfuttergemenge geerntet und an Wiederkäuer verfüttert (SCHMIDTKE 2013). Die Gemenge aus Wintererbse und Triticale bzw. Winterroggen und ihre Verwendung in der Wiederkäuerfütterung haben sich im Ökologischen Anbau gut etabliert (HAASE 2013).

Den Mischfruchtanbau unter den Bedingungen der konventionellen Landwirtschaft weiterzuentwickeln und in die Praxis konventioneller Betriebe zu integrieren, kann ein Ansatz zukünftiger Forschungsarbeiten sein. Dabei kann das Nutzungsspektrum für Gemenge auch auf den Bereich der Ganzpflanzennutzung für die Biogaserzeugung erweitert werden. Diesbezüglich kann das Interesse konventioneller Betriebe an einem Anbau von Gemengen mit der Entwicklung ertragsstabiler winterharter Sorten wachsen. Vor dem Hintergrund der notwendigen Priorisierung wird in diesem Bereich aufgrund der bisher erfolgten Vorarbeiten eher geringerer Forschungsbedarf gesehen.

Wird beim Gemengeanbau eine Körnernutzung angestrebt, so müssen die derzeit technisch nicht befriedigenden Lösungen für eine einwandfreie Trennung der Gemenge bei/nach dem Drusch weiterentwickelt werden (SCHMIDTKE 2013).

Die Leistungsfähigkeit von Leguminosen und ihren Rhizobien über die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung Luftstickstoff in das System Boden zu bringen, macht sie vor allem für biologisch wirtschaftende Betriebe so bedeutsam und ist ein zentraler Aspekt der

Bodenfruchtbarkeit in ökologischen Betrieben. Aber auch für konventionelle Betriebe bieten die Leguminosen bei steigenden Mineraldüngerpreisen eine interessante Variante, um Stickstoff „kostenfrei“ in das Fruchtfolgesystem zu bringen. Die Klärung offener Fragen in diesem Bereich wurde daher von den Autoren mit der höchsten Priorität eingestuft.

Die Höhe der N<sub>2</sub>-Fixierleistung variiert stark, die Streubreite liegt bei Ackerbohnen zwischen 100 – 450 kg/ha N, bei Körnererbsen zwischen 50 – 500 kg/ha N. Sie ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie z.B. das Vorhandensein von in Symbiose mit Körnerleguminosen lebenden Rhizobienarten, der N-Vorrat des Bodens vor der Saat der Leguminosen usw. (KOLBE ET AL. 2002, JOST 2003). Trotz diverser Versuche zur Frage der generellen Notwendigkeit einer Rhizobienbeimpfung besteht in der Praxis nach wie vor eine große Unsicherheit über die Zweckmäßigkeit einer derartigen Maßnahme bei Ackerbohnen und Erbsen. Dabei geht es weniger um die Frage ob eine N<sub>2</sub>-Fixierung stattfindet, sondern wie sie sich in ihrem Ausmaß beeinflussen lässt.

Über die Verfügbarkeit von Mikronährstoffen (Bor, Kupfer, Mangan, Molybdän, Zink) im Boden und ihr Einfluss auf die symbiotische Stickstofffixierung existieren nach jetzigem Kenntnisstand keine Informationen. Bekannt ist, dass Erbsen einen hohen Mangan- und einen mittleren Molybdänbedarf, Ackerbohnen einen mittleren Bedarf an Bor, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink aufweisen (GUDDAT ET AL. 2010).

„Ein wichtiger Problembereich im langjährigen biologischen Anbau ist die nachlassende Menge und Verfügbarkeit von Makro- und Mikronährstoffen, deren Relevanz besonders für den Anbau von Leguminosen bzw. Leguminosengemengen unklar ist. Die Eingriffsmöglichkeiten vor allem über C-reiche Wirtschafts- und Handelsdünger müssen überprüft werden“ (BOFRU 2013; <http://www.bodenfruchtbarkeit.org/52.html>).

Entsprechend der großen Variationsbreite in der Höhe der N<sub>2</sub>-Fixierleistung muss eine unterschiedliche Höhe des N-Transfers zu den Folgefrüchten in der Fruchtfolge angenommen werden (LÜTKE ENTRUP ET AL. 1998, KÖPKE ET AL. 2011). Aufgrund der vielen Einflussfaktoren auf die Höhe der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung besteht für die landwirtschaftliche Praxis ein großer Wissensbedarf (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT).

Stickstoffentzug und –fixierung sind wichtige Größen für die Berechnung von Stickstoffbilanzen. Gerade in diesem Bereich müssen annähernd genaue Zahlen erarbeitet werden, um das Anbaupotenzial für Leguminosen auch in den viehintensiven Anbauregionen des Landes zu verbessern.

Mineralische Stickstoffdüngung als Startgabe ist laut Anbauinformationen der Länder (GUDDAT ET AL. 2010, u.a. siehe Anhang) nur in Ausnahmefällen notwendig, bei sehr niedrigem N<sub>min</sub>-Gehalten und geringem N-Nachlieferungsvermögen des Bodens. Erfahrungen aus dem LeguAN-Projekt zeigen allerdings, dass annähernd 30% der befragten Landwirte eine Stickstoff-Startgabe zu Körnerleguminosen düngen (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT). Hieraus ist ein Handlungsbedarf abzuleiten, der den Wi-



derspruch zwischen Beratung und Praxis unter Berücksichtigung bereits abgeschlossener Forschungsvorhaben ggfs. erneut abgeklärt und auflösen kann.

Beachtung erfordert die Schwefelversorgung der Körnerleguminosen, besonders auf leichten, sandigen aber auch auf mittleren, flachgründigen Böden. (GUDDAT ET AL. 2010). In Untersuchungen konnte die Ertragswirksamkeit einer Schwefeldüngung und ein deutlich positiver Effekt auf die N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Ackerbohne festgestellt werden (KÖPKE ET AL. 2011). In weiterführenden Untersuchungen wird derzeit die Wirkung der Schwefeldüngung auf Ertrag, Vorfruchtwert und Deckungsbeitrag bei Ackerbohnen, Körnererbse und Lupine unter ökologischen Anbaubedingungen beleuchtet (BLE 2012A).

Der Aspekt der Schwefelversorgung in Körnerleguminosen sollte aufgrund der Ertragswirksamkeit, aber auch vor dem Hintergrund der Eiweißqualität der Leguminosen weiterverfolgt werden. Die Prüfung auch unter konventioneller Bewirtschaftungsweise wird empfohlen. Ergebnisse aus Forschungsarbeiten sollten mit derzeit bestehenden Schwefel-Düngeberatungsprogrammen (z.B. bei TLL Jena (GUDDAT ET AL. 2010)) abgeglichen werden.

Mit einer Anbauausdehnung müssen die Absatzpotenziale für Körnerleguminosen verbessert werden. Diese bieten sich zum einen im Bereich der innerbetrieblichen Futterwertung an. Zum anderen wird eine zunehmende Nachfrage nach Körnerleguminosen aus dem Bereichen Food und Non-Food gewünscht. In Abhängigkeit von ihrer stofflichen Verwertung sind ggfs. verschiedene Inhaltsstoffprofile wünschenswert. Der Einfluss der Bewirtschaftungsintensität (ökologisch, konventionell) hat einen deutlichen Einfluss auf die Inhaltsstoffzusammensetzung der Ernteprodukte. In Untersuchungen von ABEL ET AL. (2004) und ABEL UND BREVES (2005) zeigten z.B. die ökologisch erzeugten Ackerbohnen tendenziell niedrigere Rohproteingehalte, niedrigere Stärkegehalte und höhere Fasergehalte.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen sollte der Frage nachgegangen werden, wie und in welcher Form die Düngung gezielt das Inhaltsstoffprofil der Leguminosen beeinflusst, um zukünftig eine Option zur Verfügung zu haben, um auf die unterschiedlichen Anforderungen des Marktes reagieren zu können. Aufgrund der bisher geringen Bedeutung der Inhaltsstoffe für die Vermarktung wird diesem Aspekt allerdings eine eher geringe Priorität zugemessen.

Im Rahmen des LeguAN-Projektes wurden Hinweise zu offenen Fragen der Ernte-technik und Ernteoptimierung gegeben.

Aufgrund später Abreife in feuchteren Anbaulagen und starker Spätverunkrautung wird eine chemische Abreifebeschleunigung (Sikkation) von der Beratung empfohlen. Zwar sind Erntezeitpunkt und Anwendungstermine für die Sikkation klar definiert, in der Praxis bestehen jedoch deutliche Unsicherheiten bei der Terminierung (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT).

Aufgrund von immer wieder auftretenden technischer Probleme bei der Ernte von Körnerleguminosen (Trennung Korn/Stroh, Spätverunkrautung, Erntegutaufnahme,

Verstopfungen) wünschen sich die Praktiker zeitnah Lösungen (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT).

Bei voranschreitendem Klimawandel und bei steigenden Energie- und Stickstoffdünger-Preisen stellt der Leguminosenanbau eine Schlüsselfunktion dar. Die Bedeutung von Körnerleguminosen mit ihren positiven agrarökologischen Eigenschaften für den Klimaschutz müssen weiter in den Vordergrund gestellt werden. Die Förderung von Körnerleguminosen kann im landwirtschaftlichen Bereich einen wesentlichen Anteil zur Vermeidung von klimarelevanten Emissionen, zur Anpassung der Pflanzenproduktion an den Klimawandel und zum Schutz der biologischen Vielfalt leisten (WEHLING 2009). Weiterhin bietet sich der Einsatz förderpolitischer Instrumente an, um die Ökosystemleistungen von Leguminosen zu honorieren und die Wettbewerbsnachteile zu verringern.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „optimierter Klimabetrieb“ (siehe hierzu Kapitel 6.3) wird die ökologische Leistung von Anbausystemen über das europaweit anerkannte Bewertungssystem „Swiss Agricultural Life Cycle Assessment“ (SALCA) beschrieben. Es werden für die landwirtschaftliche Praxis übertragbare Erkenntnisse und Strategien für eine an den Klimawandel angepasste Landwirtschaft mit Reduktionspotenzial von klimaschädlichen Gasen und deren Auswirkung auf ökologische und ökonomische Eckdaten erwartet. Auch im Hinblick auf das Potenzial der dargestellten Leguminosenfruchtfolgen für den Klimaschutz sind Aussagen möglich (SCHÄFER ET AL. 2010, SCHÄFER ET AL. 2011a). Es wäre wünschenswert die dort gesammelten Erkenntnisse auf eine breitere Basis zu stellen.

Im Hinblick auf förderpolitische Instrumente bietet das Treibhausgasreduktionspotenzial der Leguminosen einen Ansatz zur Bewertung von Ökosystemleistungen. Einen Eindruck von den Größenordnungen des Einsparpotenzials u.a. bei CO<sub>2</sub> geben die Berechnungen von SAUERMAN (2009), die bei ca. 652 kg CO<sub>2</sub> je ha Körnerleguminosenanbaufläche kalkuliert werden.

Valide Daten für eine genaue Kalkulation liegen allerdings kaum vor, diese müssen noch erarbeitet werden.

## **Pflanzenschutz**

Entsprechend ihrer Ertragsrelevanz müssen für spezifische Schaderreger der Ackerbohne und Körnererbse wirkungsvolle Bekämpfungskonzepte erarbeitet werden. Für Erbsen konnten im Rahmen eines deutschlandweiten Monitorings Grauschimmel (*Bortrytis cinerea*), Wurzel- und Stängelbasiserkrankungen sowie Erbsenrost (*Uromyces pisi*) mit hoher Ertragsrelevanz identifiziert werden (PFLUGHÖFT ET AL. 2009). In Untersuchungen von LÜTKE ENTRUP ET AL. (2002) trat der Ackerbohnenrost häufiger auf als erwartet und verursachte die größten Ertragsverluste. Im Vergleich zu anderen großen Kulturen ist der Kenntnisstand zu den Krankheiten und Schädlingen bei Ackerbohnen und Erbsen gering. Ein breiteres Wissen kann hier in Verbindung mit geeigneten Bekämpfungskonzepten oder langfristig einer erhöhten Sortenresistenz zu einer Verbesserung der Ertragssicherheit beitragen. Eine erste vorsichtige Be-

wertung bedeutsamer Krankheiten und Schädlinge wurde auf der Basis der Arbeit von PFLUGHÖFT ET AL. (2009) und der im LeguAN-Projekt gewonnenen Erkenntnisse vorgenommen (ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT). Gerade aus dem letztgenannten Projekt ließen sich aber auch erhebliche Defizite beim Kenntnisstand über Krankheiten und Schädlinge für beide Kulturen in der landwirtschaftlichen Praxis ableiten.

Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen können für Ackerbohnen und Körnererbsen Befallsprognosemodelle entworfen bzw. bestehende Ansätze zur Praxisreife weiterentwickelt werden. Mit dem Anfang 2000 entwickelten Ansatz für eine gezielte Bekämpfung von ausgewählten Pilzkrankheiten in Ackerbohnen und Körnererbsen (Schokoladenflecken (*Bortrytis fabae*), Grauschimmelfäule (*Bortrytis cinerea*), Bohnen- und Erbsenrost, Falscher Mehltau und *Ascochyta spp.*) und die Integration in das Pflanzenschutzberatungsprogramm „proPlant expert“ ist eine Möglichkeit vorhanden, dieses Ziel zeitnah zu erreichen.

Ein Problem für die Praxisumsetzung des Prognosesystems ist die beschränkte Mittelzulassung in den Körnerleguminosen. Außerdem wurde bis heute auf eine Vermarktung verzichtet, weil die Kosten für eine Markteinführung im Verhältnis zur Anbaubedeutung der Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen) zu hoch sind (VOLK 2013).

Nicht nur im ökologischen Landbau ist die Kontrolle des Erbsenwicklers von großem Interesse. Hier stehen Daten zur Verfügung, die eine aussichtsreiche Grundlage zur Modellierung eines Entscheidungshilfesystems zur Minimierung des Befallsrisikos in Erbsenanbaugebieten bieten (THÖMING ET AL. 2008). Die Entwicklung eines Prognosemodells für den Blattrandkäfer ist ebenfalls zu diskutieren (SPECHT 2012).

Die derzeitige Situation im Bereich des Pflanzenschutzes ist für die konventionellen Praktiker nicht nur bei der Fungizidauswahl unbefriedigend. Die Situation ist gerade bei den Herbiziden sehr kritisch und oft ein gewichtiges Argument, sich gegen den Anbau von Ackerbohnen und Erbsen zu entscheiden. So ist die Wirksamkeit der Voraufspräparate in hohem Maße von der Bodenfeuchtigkeit abhängig und für den Nachaufspräparate stehen z.B. bei Ackerbohnen keine breitwirksamen Mittel zur Verfügung. (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). Während ihrer langsamen Jugendentwicklung reagieren Körnererbsen und Ackerbohnen jedoch empfindlich auf Konkurrenz durch Unkräuter und Ungräser. Auch die Gefahr einer Spätverunkrautung mit beginnender Abreife des Bestandes kann zu erheblichen Ernteerschwernissen führen. Ansätze nicht-chemischer Regulierungsverfahren, als Alternative bzw. Ergänzung zum chemischen Unkraut- und Ungrasmanagement müssen gesucht bzw. bestehende Ansätze weiterverfolgt werden.

Die aktuelle Zulassungssituation ist auch bei den Insektiziden sehr ungünstig. Es stehen für Ackerbohnen und Futtererbsen nur die zwei Wirkstoffe zur Verfügung, welche auch in anderen wichtigen Kulturen wie Winterweizen und Winterraps eingesetzt werden (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013).

Eine Erweiterung der Herbizid- (Voraufspräparate, Nachaufspräparate, Spätverunkrautung), Fungizid- und Insektizidpalette ist notwendig. Neben der Zulassung neuer Wirkstoffe ist die

Prüfung von bereits in anderen Kulturen freigegebenen Mitteln von hoher Relevanz. Forschungsansätze hierzu müssen fortgesetzt werden (SPECHT 2012) und haben aus Sicht der Autoren eine sehr hohe Priorität.

In Anlehnung an das bundesweite Monitoring zur Erfassung des Pathogenspektrums in Körnerfüttererbsen (PFLUGHÖFT ET AL. 2009) ermöglicht ein vergleichbares Monitoring bei Ackerbohnen die Bedeutung der Pathogene hinsichtlich Epidemiologie, Ertragsrelevanz und Bekämpfung sowohl für den integrierten Pflanzenbau als auch für die ökologische Produktionsweise herauszuarbeiten. Es können Zusammenhänge beleuchtet werden, die ggfs. den Ursachenkomplex der „Leguminosenmüdigkeit“ in Teilbereichen erklären können.

### **Tierernährung**

Einheimische Körnerleguminosen spielen derzeit in der Tierernährung lediglich eine untergeordnete Rolle. Vorbehalte seitens der Tierhalter können als Hauptursache angenommen werden. Diese beruhen auf den großen Unsicherheiten durch hohe Futterwertschwankungen bei den Körnerleguminosen und befürchtete Depressionen in der Futteraufnahme mit der Folge geringerer Leistungen.

Das mögliche Potenzial für den Einsatz von Körnerleguminosen hängt davon ab, in welchen Bereichen der Tierfütterung diese Eiweißträger eingesetzt werden sollen. Für eine Futterbewertung und Rationsgestaltung ist nicht nur der Gehalt an Rohprotein, sondern vielmehr die Gehalte an verdaulichem Lysin bzw. nXP (nutzbares Protein am Dünndarm) ausschlaggebend. Futtermittelspezifische Restriktionen ergeben sich bei Schweinen und Geflügel durch den Gehalt an antinutritiven Substanzen, bei Wiederkäuern durch hohe Stärke- bzw. Fettgehalte und z.T. durch eine geringe Nutzbarkeit des Rohproteins (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013).

Zwischen den Leguminosenarten, den Sorten, Herkünften, Standorten und Anbaujahren herrscht eine Variationsbreite im Futterwert (DAFA 2012). Weiterhin werden Unterschiede in den Nährstoffgehalten durch die Anbaubedingungen (ökologisch, konventionell) festgestellt (ABEL ET AL. 2004).

Die zum Teil stark schwankenden Gehalte an Rohprotein und Aminosäuren erschweren den Einsatz von Körnerleguminosen in der Tierfütterung (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013). So können z.B. die Gehalte an Rohprotein der Futtererbsen je nach Sorte, Standort und Jahr zwischen 16 und 23% schwanken (SAUERMANN 2013A), die der Ackerbohnen in einer Spannweite von über 4% (Min.-Max.-Wert) liegen (SAUERMANN 2013B).

Im Bereich der ökologischen Produktionsweise sind in den vergangenen Jahren verschiedene Fütterungsversuche mit Körnerleguminosen bei Schweinen und Geflügel erfolgreich durchgeführt worden (siehe Kapitel 3.1.2.2). Leistungs- und Akzeptanzprüfungen mit praxisrelevanten Ackerbohnen- und Körnererbsensorten, die für die Landwirte verfügbar sind, sollten im Bereich der konventionellen Tierhaltung durchgeführt werden. Die durch o.g. Faktoren beeinflusste Variationsbreite in den Inhaltsstoffen der Körnerleguminosen sowie die für konventionelle Betriebe bestehende Möglichkeit des Einsatzes synthetischer Aminosäuren machen dies erforderlich.

Eine weitere Möglichkeit, ein hochwertiges Eiweißfutter für Monogastrier zur Verfügung zu stellen, ist die Kombination von Körnerleguminosen mit proteinreichen Koppelprodukten (z.B. Rapsextraktionsschrot, Kartoffeleiweiß etc.) unter Beachtung der jeweils empfohlenen Restriktionen. Empfehlungen zu einem Proteinmix für Schweine und Geflügel können nach jetzigem Kenntnisstand nicht gegeben werden, (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013) und sollten im Rahmen von Leistungs- und Akzeptanzprüfung bei Monogastriern untersucht werden.

Die Aufbereitung von Ackerbohnen und Körnererbsen durch z.B. Rösten, Toasten, Expansion, Extrusion oder Silierung, dient der Verminderung antinutritiver Effekte von sekundären Inhaltsstoffen, dem Aufschluss von Stärke und der Verbesserung der Proteinqualität. Verschiedene Möglichkeiten der Aufbereitung sollten für den Praxiseinsatz weiterentwickelt und die entstehenden Produkte in Fütterungsversuchen getestet werden (SCHUMACHER ET AL. 2012, FREITAG 2013, STALLJOHANN 2013).

Angestrebt werden muss eine intensivere Verzahnung zwischen den Bereichen Anbau – Aufbereitung – Fütterung. Hierzu gehört auch die Etablierung regionaler Aufbereitungsmöglichkeiten. Dieses Glied der regionalen Wertschöpfungskette von Körnerleguminosen fehlt oftmals und kann mit als Ursache für die geringe Bereitschaft zur innerbetrieblichen Verwertung von Körnerleguminosen gesehen werden (BAUMGÄRTEL ET AL. 2013).

Eine gesteigerte Nachfrage nach Körnerleguminosen für die innerbetriebliche Verwertung wird nachhaltigen Einfluss auf den Anbauumfang der Körnerleguminosen haben. Ökonomisch betrachtet bleibt die Wertschöpfung im Betrieb, die innerbetriebliche Rentabilität steigt. Zudem wird der erzielbare Marktpreis dem Futterwert der Körnerleguminosen in der Regel nicht gerecht (SPECHT 2009, BAUMGÄRTEL 2013). Der Anreiz Körnerleguminosen anzubauen ist für Betriebe mit innerbetrieblicher Verwertung über die Viehhaltung deutlich höher als bei einer alternativen Vermarktung des Ernteproduktes.

### **Betriebswirtschaft**

Die mangelnde Wettbewerbsfähigkeit macht den Körnerleguminosenanbau nur wenig attraktiv. In Umfragen bei Landwirten (GL-Pro) wird als wichtigstes Anbauhemmnis für den Anbau von Körnerleguminosen die mangelnde Wettbewerbskraft gegenüber Ölsaaten, Getreide, Kartoffeln und Rüben angeführt (siehe Tabelle 6) (CHARLES ET AL. 2007).

Die positive pflanzenbauliche Wirkung der Leguminosen in der Fruchtfolge kann anhand verschiedener Parameter herausgestellt werden. Die Akzeptanz von Leguminosen wird jedoch vor allem durch den betriebswirtschaftlichen Erfolg dieser Kulturart bestimmt und über die Berechnung der Deckungsbeiträge bewertet. Fruchtfolgeeffekte werden hierbei meist nur unzureichend berücksichtigt (SPECHT 2009).

Zwei Hauptgründe können hingegen Landwirte dazu zu bewegen, Körnerleguminosen anzubauen: der positive Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit und die ökonomi-

sche Rentabilität, wenn sie in der Gesamtr Fruchtfolge eingerechnet werden (CHARLES ET AL. 2007).

Für eine vor dem Hintergrund der Förderung des Leguminosenanbaus sehr wichtige ökonomische Bewertung leguminosenbasierter Fruchtfolgen fehlt derzeit ein vom Landwirt anwendbares praxisnahes EDV-gestütztes Kalkulationsmodell. Dieses Kalkulationsmodell sollte über eine einfache Deckungsbeitragsrechnung hinaus auch die Festkosten der Produktion berücksichtigen. Der von SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP (2006) entwickelte Bewertungsmaßstab „DAL“ (direkt- und arbeitskostenerledigungs-freie Leistung) stellt hierfür eine solide und gute Grundlage dar. Bei der Kalkulation sollten die erarbeiteten Futtermittelvergleichswerte unbedingt berücksichtigt werden.

Die Entscheidung des Landwirten Körnerleguminosen selbst anzubauen, zu lagern, zu verfüttern, zu verkaufen oder gar zuzukaufen, hängt von den Erzeugungskosten, dem Marktpreis und letztendlich von der Preiswürdigkeit ab (STALLJOHANN UND MÖLLERING 2008). Der Futterwert bzw. Veredlungswert für einheimische Körnerleguminosen wird i.d.R. durch den erzielbaren Marktpreis allerdings nicht gedeckt (SPECHT 2009, BAUMGÄRTEL 2013).

Für die Berechnung des Futterwertes der Körnerleguminosen gibt es verschiedene Ansätze (z.B. HOLLMICHEL 2013, OVER 2012). Eine Vereinheitlichung der Futterwertberechnungen und die Implementierung in der Beratung verbessern die Bedeutung und Wertschätzung der heimischen Körnerleguminosen deutlich.

### **Food-, Non-Food-Bereich**

Der Food- und Non-Food-Bereich bietet ein großes Handlungsfeld für die Verwendung von Eiweißpflanzen. Mit Entwicklung dieses Sektors wird sich die Nachfrage nach dem Produkt „Leguminose“ erhöhen und damit die Attraktivität für einen Anbau von Körnerleguminosen zunehmen. Derzeit fehlen jedoch große einheitliche Partien mit definierter Qualität (SPECHT 2009). Eine enge Verzahnung zwischen Landwirtschaft, Handel und verarbeitendem Bereich ist aufzubauen.

Entlang der Wertschöpfungskette sind die Chancen und Möglichkeiten des Einsatzes von Körnerleguminosen in der Humanernährung sowie im Non-Food-Bereich weiter auszuschöpfen.

Konkrete Aussagen über das für diese Fachgebiete bestehende Forschungspotenzial sind durch die Autoren dieser Studie nicht möglich.

## **8.2 Handlungsbedarf im Bereich Wissenstransfer, Beratung und Politik**

Wesentliche Elemente einer erfolgreichen Förderung des heimischen Leguminosenanbaus liegen in den Bereichen Kommunikation, Wissenstransfer und Beratung sowie im Bereich der politischen Einflussnahme.

Dringender Handlungsbedarf wird in der Vernetzung von Wissenschaft, Beratung

und Praxis gesehen. Über die Formulierung förderpolitischer Rahmenbedingungen kann die Politik Einfluss auf den Körnerleguminosenanbau nehmen.

Tab. 9: Handlungsbedarf im Bereich Wissenstransfer, Beratung und Politik bei Ackerbohnen und Körnererbsen

Schwerpunkt	Thema
<b>Wissenstransfer, Beratung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung der Fachausbildung</li> <li>• Ausbau und Vernetzung der Anbauberatung, z.B. Anbaufax</li> <li>• Informationsnetzwerk entlang der Wertschöpfungsketten (Landwirt, Handel, Rohstoffverarbeitung, Produzenten)</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit (fachspezifische Zielgruppen, Verbraucher,...)</li> </ul>
<b>Politik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung agrarpolitischer Instrumente z.B. attraktive Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik nach 2013.</li> </ul>

### Wissenstransfer und Beratung

Die Information und Kommunikation auf fachlicher und gesellschaftlicher Ebene und Ausbildung auf fachlicher Ebene müssen deutlich intensiviert werden (BMELV 2012, DAFA 2012, WEHLING 2009).

Vor allem im konventionellen Landbau und in der zugehörigen Beratung und Fachausbildung muss das Wissen um die Produktionsverfahren zu Hülsenfrüchten z.B. über den Ausbau und Vernetzung der Anbauberatung (z.B. Anbaufax), ihre Einsatzmöglichkeiten im Futtermittelbereich sowie ihre betriebsspezifische ökonomische Bedeutung wesentlich verbessert werden (WEHLING 2009, ALPMANN ET AL. UNVERÖFFENTLICHT).

Deutlich wird, dass eine Förderung des Körnerleguminosenanbaus mit dem Ziel der Anbauausdehnung nur erreicht werden kann, wenn es gelingt, erfolgreiche Bedingungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu schaffen.

Vergleichbar dem Beispiel „PlantsProFood“ (PETERSEN 2012A, 2012B, [www.plantsprofood.eu](http://www.plantsprofood.eu)) für Lupinen ist eine Kooperation bzw. Zusammenarbeit aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Partner zielführend, um die Stellung der Leguminosen in Deutschland zu stärken. Zu nennen sind die Züchtungsforschung, die Sortenzüchtung, die Landwirte als Produzenten, die landwirtschaftliche Beratung, Mühlen, die Verfahrens-, Verarbeitungstechnik sowie die Lebensmittel-, Futtermittel- und Non-Food-Industrie.

Daran angeschlossen ermöglicht eine integrative, transdisziplinäre Forschung entlang der Wertschöpfungskette aufkommende Fragestellungen in entsprechenden Forschungsprojekten zu lösen (DAFA 2012, BMELV 2012).

Sinnvoll ist der Aufbau von Modell- und Demonstrationsprojekte in regionalen An-

bauzentren für Ackerbohnen und Körnererbsen. Diese unterstützen den Dialog zwischen und den Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis und bilden eine wichtige und grundlegende Ausgangsbasis für den Aufbau von leguminosenbasierten Wertschöpfungsketten (DAFA 2012).

### **Politik**

Geeignete agrarpolitische Rahmenbedingungen können die Wettbewerbsfähigkeit von Körnerleguminosen stärken. Die bisherigen Fördermaßnahmen für heimische Leguminosen im Rahmen der GAP (Gemeinsame Agrarpolitik) oder von Länderprogrammen waren nicht nachhaltig erfolgreich (BMELV 2012, DAFA 2012).

Über die Förderung von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) haben die Länder im Rahmen der GAK (Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“) die Möglichkeit auch den Anbau heimischer Eiweißpflanzen als Teil der Förderung der Fruchtartendiversifizierung („Vielfältige Fruchtfolge“ zu unterstützen. Den Bundesländern obliegt es ggfs. höhere oder spezifischere Anforderungen diesbezüglich zu stellen, wodurch der Anbau von Körnerleguminosen besondere Unterstützung erfahren könnte. Als in vielen Fällen problematisch muss in diesem Zusammenhang die Auflage zur Kofinanzierung der Agrarumweltmaßnahmen aus den Landeshaushalten angesehen werden, da diese Mittel aufgrund der angespannten Haushaltssituation meist nicht zur Verfügung stehen. Weiterhin können die Länder außerhalb der GAK auch regionale Förderungen anbieten (BMELV 2012).

Derzeit wird allerdings nur von wenigen Bundesländern (Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Thüringen) die Agrarumweltmaßnahme „Vielfältige Fruchtfolge“ angeboten (KÖN 2012). Hier besteht wertvolles Potenzial zur Förderung des Körnerleguminosenanbaus in den übrigen Bundesländern.

Im Rahmen der bevorstehenden Reform der „GAP nach 2013“ kann der Körnerleguminosenanbau indirekt durch eine ökologische Ausrichtung des Pflanzenbaus auf einem Teil der Produktionsfläche („Greening“) profitieren (BMELV 2012, BUES ET AL. 2013).



## 9 Zusammenfassung

Der Anbau von Ackerbohnen und Erbsen dient aufgrund seiner vielfältigen positiven Leistungen in Agrarökosystemen im hohen Maße einer nachhaltigen Landwirtschaft. Diese positiven Leistungen sind der hohe Vorfruchtwert, die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und der Nährstoffeffizienz sowie der Kohlenstoff- und Energiebilanzen. Ebenso gehören sowohl die Minderung von Treibhausgasemissionen als auch die Möglichkeiten zur Adaptation an den Klimawandel sowie die Erhöhung der Biodiversität in Agrarlandschaften dazu. Diese Wirkungen entstehen ausschließlich am Ort des Anbaus und sind somit durch Leguminosenimporte nicht zu erreichen.

Damit die Leguminosen am Markt zukünftig eine selbsttragende Wettbewerbsfähigkeit entwickeln können, ist es dringend erforderlich, dass eine systemisch konzipierte Forschung kohärente Forschungsfragen aufgreift.

Für die beiden fast bundesweit anbauwürdigen Körnerleguminosenarten Ackerbohne (*Vicia faba*) und Erbse (*Pisum sativum*) wurde der Status quo von aktuellen Forschungsergebnisse und –projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette zusammengestellt. Der Schwerpunkt der Auswertung wurde auf die im Rahmen der BLE-Projektträgerschaft geförderten Vorhaben im EH/HS, UM, BÖL/BÖLN und im Innovationsprogramm gelegt. Zusätzlich ausgewählte Ergebnisse aus Projekten der UFOP e.V. und der FNR e.V. ergänzen die Studie (im Anhang 3 der Studie sind die Forschungsergebnisse in Kurzform dargestellt).

Aktueller Forschungsbedarf für Ackerbohnen und Körnererbsen wurde für die Bereiche Züchtung, Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Tierernährung, Betriebswirtschaft und für den Food-, Non-Food-Bereich abgeleitet und Hinweise auf spezifische Forschungsinhalte in Abhängigkeit von der Kulturart gegeben. Dabei wurde eine Priorisierung der Forschungsinhalte vorgenommen und ihre Bedeutung für die Intensivierung des Körnerleguminosenanbaus hervorgehoben. Auf eine Darstellung wird an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet, stattdessen wird auf Tabelle 8, Seite verwiesen.

Besonderer Forschungsbedarf wird bei der züchterischen Bearbeitung der Ertrags- höhe und –stabilität sowie bei der Standfestigkeit bei Körnererbsen gesehen. Offene Fragen der Leguminosenmüdigkeit bei der Fruchtfolgegestaltung sowie bei der N<sub>2</sub>-Fixierung durch die Leguminosen müssen bearbeitet werden.

Besondere Aufmerksamkeit im Bereich des Pflanzenschutzes gilt vor allem dem Rost und den Blattläusen bei Ackerbohne, *Bortrytis cinerea* und Stängelbasis- und Wurzelkrankheiten bei Erbse. An der Entwicklung und Zulassung von Herbiziden und Fungiziden muss intensiv weitergeforscht werden.

Für eine erfolgreiche Darstellung und Bewertung der ökonomischen Rentabilität von Körnerleguminosen in der Gesamtfruchtfolge ist die Entwicklung eines EDV-gestützten Kalkulationsmodells auf Grundlage des Bewertungsmaßstabs „DAL“ und unter Berücksichtigung des Futtermittelvergleichswertes anzustreben.

Handlungsbedarf wurde für die Bereiche Kommunikation, Wissenstransfer und Beratung sowie für die Politik abgeleitet.

Die Einrichtung von Modell- und Demonstrationsprojekten in regionalen Anbauzentren sollte als Ausgangsbasis für die Entwicklung leguminosenbasierter Wertschöpfungsketten unterstützt werden.

Mit dem in diesem Vorhaben gewonnenen Wissen können zukünftige Forschungsprojekte initiiert und sowohl von Projektträgern als auch zwischen den Forschungsinstitutionen besser koordiniert werden.

## 10 Literatur

- ABEL, H., BREVES, G. (2005): Ernährungsphysiologische Bewertung von Ökofuttermitteln für Schweine. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE209F, Göttingen, <http://www.orgprints.org/8905/>
- ABEL, H., GERKEN, M. (2004): Ackerbohnen als Futterkomponente des ökologischen Landbaus für Masthühner-Elterntiere und verschiedene Mastbroilerherkünfte. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE622, Göttingen
- ABEL, H., PAWELZIK, E., BREVES, G. (2004): Ernährungsphysiologische Bewertung von Öko-Futtermitteln für Schweine. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE209, Göttingen, <http://www.orgprints.org/6008/>
- ALPMANN, D. (2013): persönliche Mitteilungen, Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft Soest
- ALPMANN, D., BRAUN, J., SCHÄFER, B. C. (UNVERÖFFENTLICHT): „LeguAN- Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung“ - Teilprojekt 3. 1. Zwischenbericht, Soest
- AMI (2013): (Agrarmarkt Informationsgesellschaft mbH): Markt Bilanz Getreide, Ölsaaten Futtermittel 2013, Bonn
- ANONYM (2001): Entwicklung einer tierindividuellen Fütterung der Milchkühe zum bedarfsgerechten Einsatz von im Betrieb erzeugten Getreide und Hülsenfrüchten (Erbsen und Bohnen). Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim, Abschlussbericht zum Projekt BLE-98UM132, Stuttgart
- ANONYM (2004): Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau. Teilprojekt 2, Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE451/2, Göttingen
- ARBAOUI, M., BALKO, C., LINK, W. (2008): Study of faba bean (*Vicia faba* L.) winterhardiness and development of screening methods. *Field Crops Res.* 106, 60–67
- AULRICH, K. (2011): Schwankungen der Inhaltsstoffe in Öko-Futtermitteln: schnelle Bestimmung der Inhaltsstoffe zum sicheren Umgang mit dem Problem. Abschlußbericht zum Projekt BLE-06OE110, Westerau, BÖL-Bericht-ID 18703
- BACHINGER, J., FISCHER, H., STANGE, G. (2007): Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkrautdruckes im ökologischen Landbau. Abschlussbericht zum Projekt BLE-03OE180, Müncheberg, BÖL-Bericht-ID 15170
- BARANEK, E., SAGGAU, E. (2009): Forschungsschwerpunkt: Bodenfruchtbarkeit im Ökologischen Landbau – Einleitung. „Forschung im Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Schwerpunkt Bodenfruchtbarkeit“, *Ökologie und Landbau* 152 (37. Jahrgang), Ausgabe 4/2009, S. 3

- BAUMGÄRTEL, T., WÖLFEL, S., GUDDAT, C., DEGNER, J., GRÄFE, E., MÜLLER, J., DUNKEL, S., HEINZE, A., PEYKER, W., GRAF T. (2013): Potenzialstudie zur Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen in der Tierfütterung in Thüringen. Hrsg. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- BECKER, K. UND LEITHOLD, G. (2007) : Ausweitung des Anbaukonzeptes Weite Reihe bei Winterweizen auf Roggen, Hafer, Raps und Körnererbsen. Eine pflanzenbauliche und betriebswirtschaftliche Untersuchung unter Berücksichtigung der Vorfruchtwirkungen. Abschlussbericht zum Projekt BLE-03OE100, Giessen, BÖL-Bericht-ID 14858
- BISSINGER, C., STEINGAß, H., DROCHNER, W. (2003): Steigerung des Gehaltes an nutzbarem Protein bei Körnerleguminosen mittels ökologisch konformer technischer Bearbeitungsverfahren zur Förderung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Hochleistungskühen im ökologischen Landbau. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE005, Stuttgart, BÖL-Bericht-ID 8661
- BLE (2009): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Einsatz von *Trichogramma*-Schlupfwespen gegen den Erbsenwickler *Cydia nigricana*, die Lauchmotte *Acrolepiopsis assectella*, Eulenfalter und andere Schadlepidopteren zur Lösung von Pflanzenschutzproblemen im ökologischen Landbau“ FKZ 02OE088. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 14.10.2012, 12:47 MESZ
- BLE (2011): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Übersicht über die geförderten Projekte (Laufzeitbeginn 1.1.1984 – 20.1.2011) zum Thema „Eiweißpflanzen“ aus den BMELV-Fördertiteln BÖL, EH, Innovationsförderung und UM, Stand 12.01.2011, BLE Bonn
- BLE (2012A): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Wirkung verschiedener Verfahren der Schwefeldüngung auf Ertragsleistung und Vorfruchtwert von Körnerleguminosen im ökologischen Landbau, FKZ11OE110 und FKZ 11OE111. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 14.10.2012, 10:12 MESZ
- BLE (2012B): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Erarbeitung von Daten zu Inhaltsstoffen, Aminosäuren und Vitaminen in Öko-Futtermitteln zur optimierten Rationsgestaltung in der Monogastrierernährung, FKZ11OE054. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 15.10.2012, 10:25 MESZ
- BLE (2012c): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Bewertung eines thermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen für

die Geflügelernährung, FKZ 11NA035. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 15.10.2012, 10:24 MESZ

BLE (2012D): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) 100 % Biofutter für Monogastrier – Futtermitteldatensammlung zur Sicherung der Rationsgestaltung, FKZ 05OE008. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 15.10.2012, 12:53 MESZ

BLE (2012E): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus heimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht, FKZ 11NA034. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=186>, vom 15.10.2012, 10:28 MESZ

BLE (2012F): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus, FKZ 11NA036. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=186>, vom 22.10.2012, 10:59 MESZ

BLE (2012G): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus und Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht, FKZ 11NA059. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=186>, vom 22.10.2012, 10:59 MESZ

BLE (2012H): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung, FKZ 09OE078. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 15.10.2012, 12:49 MESZ

BLE (2012I): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung, FKZ 10OE008. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 15.10.2012, 12:49 MESZ

- BLE (2012j): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Struktur und Funktion der Bodenmikroflora, FKZ 11OE0018. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, <http://www.bundesprogramm.de//index.php?id=181>, vom 22.10.2012, 10:20 MESZ
- BLE (2012k): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Verbundvorhaben „LeguAN“: Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung. Koordinierungsstelle Eiweißpflanzenstrategie BLE, Stand 03.05.2012, [http://www.ble.de/DE/04\\_Programme/05\\_Eiweisspflanzenstrategie/Eiweisspflanzenstrategie\\_node.html](http://www.ble.de/DE/04_Programme/05_Eiweisspflanzenstrategie/Eiweisspflanzenstrategie_node.html)
- BLE (2013A): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Ackerbohnen mit reduzierten Vicin/Convicin-Gehalten als Futterkomponente für Broilereltern-tiere und Broiler, FKZ01HS029. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, [http://service.ble.de/fpd\\_ble/index2.php?detail\\_id=39&site\\_key=141&stichw\\_suche=01HS029&zeilenzahl\\_zaeher=1](http://service.ble.de/fpd_ble/index2.php?detail_id=39&site_key=141&stichw_suche=01HS029&zeilenzahl_zaeher=1), 28.01.2013, 10:00 MEZ
- BLE (2013B): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Bestimmung präcecaler Verdaulichkeitskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel für die Hühnermast, FKZ 11OE070. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, [http://service.ble.de/fpd\\_ble/index2.php?detail\\_id=1347&site\\_key=141&stichw\\_suche=11oe070&zeilenzahl\\_zaeher=2](http://service.ble.de/fpd_ble/index2.php?detail_id=1347&site_key=141&stichw_suche=11oe070&zeilenzahl_zaeher=2), 28.01.2013, 11:16 MEZ
- BLE (2013c): (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) Untersuchungen von sechs Fütterungsstrategien mit Futtermitteln 100 % ökologischer Herkunft auf biologische Leistungen, Gesundheitsstatus, Verlustgeschehen und Wirtschaftlichkeit bei Saug- und Aufzuchtferkeln im ökologischen Landbau, FKZ 11OE021. Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft, [http://service.ble.de/fpd\\_ble/index2.php?detail\\_id=1333&site\\_key=141&stichw\\_suche=11oe021&zeilenzahl\\_zaeher=1](http://service.ble.de/fpd_ble/index2.php?detail_id=1333&site_key=141&stichw_suche=11oe021&zeilenzahl_zaeher=1), 21.01.2013, 10:28 MEZ
- BMBF (2013): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von transnationalen Kooperationsprojekten in der nachhaltigen Lebensmittelproduktion sowie den nachhaltigen Konsum von Lebensmitteln im Rahmen der europäischen Initiative SUSFOOD (SUStainable FOOD production and consumption), 7.2.2013, Bonn und Berlin
- BMELV (2012): (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Berlin) Eiweißpflanzenstrategie des BMELV, Stand 27.11.2012, Berlin, <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/EiweisspflanzenstrategieBMELV.html>

- BOFRU (2013): Das Potenzial des Standorts ausschöpfen. Internetseite des Projektes „Bodenfruchtbarkeit“, [www.bodenfruchtbarkeit.org/52.html](http://www.bodenfruchtbarkeit.org/52.html)
- BRUNS, C., FINCKH, M., HENSEL, O., LUX, G., SCHMIDTKE, K. (2011): Komposte halten Leguminosen gesund. bioland 06/2011, S. 10-11
- BRUNS, C., SPIEGEL A.-K. (2012): Kompost für gesunde Erbsen. Thema des Monats November 2012: Fuß- und Wurzelkrankheiten bei Erbsen. [www.bodenfruchtbarkeit.org](http://www.bodenfruchtbarkeit.org), 04:01:2012, 15:20MEZ
- BUES, A., LINDSTROM, K., PREIßEL, S., STODDARD, F., WATSON, C., KUHLMAN, T., MURPHY-BOKERN, D., RECKLING, M., TOPP, K., ZANDER, P. (2013): The environmental role of protein crops in the new common agricultural policy (provisional version). Directorate general for internal policies, Policy Department Structural and Cohesion Policies, European Parliament, Brussels, responsible administrator: Guillaume Ragonnaud
- BUNDESSORTENAMT (2012): Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte, Hannover
- BUSSEMAS, R., FRÜH, B., KEMPKENS, K., LÖSER, R., PATZELT, S., SCHUBBERT, A., SIMANTKE, CH., STALLJOHANN, G., WEIßMANN, F., WERNER, C. (2011): Entwicklung, Erprobung, Umsetzung und Evaluation von Strategien in den Bereichen Tiergesundheit, Haltung, Fütterung, Management in der ökologischen Ferkelerzeugung. Abschlussbericht zum interdisziplinären Projekt, Projektskizze 06OE266, Teilprojekte 07OE023 bis 07OE029, Köln-Auweiler, BÖLN-Bericht-ID 19172
- CHARLES, R., GAUME, A., VON RICHTHOFEN, J.-S. (2007): Auswertung des Körnerleguminosenanbaus durch die Produzenten. AGRARForschung 14 (7): S. 300-3005
- DAFA (2012): Fachforum Leguminosen. Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen. Forschungsstrategie der Deutschen Forschungsallianz, Braunschweig
- FILBRICH, R. (2012): Neue biogene Komponenten für umweltfreundliche Lacke, FKZ: 22001405. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 08:59 MEZ
- FISA (2012): (Forschungsinformationssystem Agrar / Ernährung) Verbundprojekt: Vorbereitung einer markergestützten Verbesserung der Trockenstress-Toleranz bei der Ackerbohne – Teilprojekt 2. <http://fisaonline.de> vom 06.11.2012, 09:30MEZ
- FREITAG, M. (2013): (Fachhochschule Südwestfalen in Soest) persönliche Mitteilungen, Gespräch am 06.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- GETREIDEZÜCHTUNG DARZAU (2012): Getreidezüchtungsforschung Darzau – Entwicklung und Umsetzung von Kriterien für die Züchtung von Getreide und Winter-

- erbsen im ökologischen Landbau, aktualisiert am 09.01.2013, <http://www.darzau.de/>, 15.02.2013, 11:57 MEZ
- GHAOUTI, L., W. VOGT-KAUTE, W. LINK (2007): Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingungen: Vergleich zwischen 'bester' reiner Linie und genetisch breiter Population am Beispiel Sommer- und Winterackerbohne. Abschlußbericht zum Projekt BLE-03OE438, Göttingen, BÖL-Bericht-ID 16684
- GL-PRO (2006): (European extension network for the development of grain legumes production in the EU) Benefits of grain legumes for European agriculture and environment: new results and prospects. GL-Pro Dissemination Event, 3. May 2006, Brussels, Belgium
- GRAß, R. (2002): Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht. Informationen des Fachgebietes Acker- und Pflanzenbau der Universität Kassel, [www.agrar.uni-kassel.de/ink/?c=39&language=de](http://www.agrar.uni-kassel.de/ink/?c=39&language=de) vom 26.11.2012, 12:38 MEZ
- GRAß, R., SCHEFFER, K. (2003): Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht – Erfahrungen aus Forschung und Praxis. Beitrag zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Ökologischer Landbau der Zukunft“, Wien, 24.-26.2.2003, Seite(n) 45-48.
- GRAß, R., GREBE, S., SCHEFFER, K. (2004): Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht zur Reduzierung von Umweltgefährdungen und Anbauproblemen bei Optimierung der Erträge. Abschlußbericht zum Projekt BLE-98UM108, Kassel
- GRÖBLINGHOFF, F.-F., LÜTKE ENTRUP, N., SCHLAUTMANN, CH. UND STEMANN, G. (2001): Ackerbohnenanbau mit Grasuntersaaten - Ertragsleistung, Stickstofffixierung und Nachwirkung in verschiedenen Anbausystemen. DLG-Ausschuss Gräser, Klee und Zwischenfrüchte, Jahrestagung, 6-7. 12. 2001 Fulda. Tagungsband
- GUDDAT, C., DEGNER, J., GÖTZ, R., REICH, J., RICHTER, G. (2007): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Ackerbohnen. Hrsg.: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- GUDDAT, C., DEGNER, J., GÖTZ, R., PAUL, R., BAUMGÄRTEL, T. (2010): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Ackerbohnen und Körnererbsen. Hrsg.: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- GURGEL, A. (2012): Senkung der THG-Emissionen in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zur Erzeugung von Biokraftstoffen durch Leguminosenanbau und produktionstechnische Maßnahmen, FKZ: 22402211. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 09:12 MEZ
- HAASE, T. (2013): (Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen in Kassel) persönliche Mitteilung, Telefonat am 27.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest



- HAASE, T., GROSSE, M., KÖLSCH, E., SCHULZ, H., HESS, J. (2013): REDUZIERTE BODENBEARBEITUNG UND GRÜNDÜNGUNG IM ÖKOLOGISCHEN ACKERBAU (TILMAN-ORG). KASSEL, (<http://www.agrar.uni-kassel.de/foel/?c=89>, 05.01.2013, 17:57 MEZ).
- HILDEBRAND E.-A. (2012): Der Bodenfruchtbarkeit auf der Spur. (<http://www.lw-heute.de/-bodenfruchtbarkeit-spur> , 06.07.2012 link in „Internetportal Bodenfruchtbarkeit.org)
- HOF, C., RAUBER, R. (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Hrsg.: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn
- HOF, C., SCHMIDKTE, K. (2007): Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemenge mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau. Abschlußbericht zum Projekt BLE-03OE050, Göttingen und Dresden, BÖL-Bericht-ID 15171
- HOF-KAUTZ, C. (2011): Pflanzenbauliche Aspekte beim Körnerleguminosenanbau (Versuchsergebnisse und Anbaudaten). Vortrag anlässlich des 1. Körnerleguminosentags am 22.11.2011 in Haus Düsse, Bad Sassendorf
- HOF-KAUTZ, C., SCHMIDKTE, K., RAUBER, R. (O.J.): Beraterrundbrief. Qualitätsverbesserung von Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne oder Wintererbse, Dresden, BÖL-Berichte-ID 15171
- HOLLMICHEL, H. (2013): Berechnung der Preiswürdigkeit von Einzelfuttermitteln für Schweine nach der Austauschmethode Löhr. Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH), <http://www.ufop.de/agrar-info/aktuelle-meldungen/berechnung-preiswuerdigkeit-von-einzelfuttermitteln-nach-der-austauschmethode-loehr/>
- JAHN, M., WALDOW, F., KÖNIG, D., KOCH, E., WÄCHTER, R., WEIHRAUCH, B. (2007): Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im Ökologischen Landbau. Abschlußbericht zum Projekt BLE-03OE127/3, Frankfurt, BÖL-Bericht-ID 15734
- JANSEN, H.-D. (2012): Biowerkstoffe aus Protein-Polysaccharide-Verbunden, FKZ: 22011997. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 09:12 MEZ
- JOHNEN, A., STEMANN, G., LÜTKE ENTRUP, N., FRAHM, J. (2002): Potentiale bei der gezielten Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Ackerbohnen und Körnererbsen. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 390, Berlin
- JOST (2003): Untersuchungen und Kalkulationstabellen zur Schätzung der N<sub>2</sub>-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von Lupinus albus und Lupinus

- luteus in Reinsaat und von *Vicia faba* und *Pisum sativum* in Reinsaat und im Gemenge mit *Avena sativa*, Dissertation Universität Göttingen, 349 Seiten
- KÖN (2012) (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen) Handlungsempfehlungen zur Sicherung des heimischen Eiweißpflanzenanbaus. Visselhövede
- KÖPKE, U. (2009): Anbau von Körnerleguminosen mit Mulch- und Direktsaatverfahren im Ökologischen Landbau. „Forschung im Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Schwerpunkt Bodenfruchtbarkeit“, Ökologie und Landbau 152 (37. Jahrgang), Ausgabe 4/2009, S. 11 -14
- KÖPKE, U., RAUBER, R., SCHMIDTKE, K., GOLDBACH, H., SCHERER, H. W. (2011): Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit. Gemeinsamer Abschlußbericht zu den Projekten BLE-08OE020, BLE-08OE145, BLE-08OE146, BLE-08OE147, Bonn, Göttingen und Dresden, BÖL-Berichte-ID20737
- KOLBE, H., KARALUS, W., HÄNSEL, M., GRÜNBECK, A., GRAMM, M., ARP, B., KRELLING, B. (2002): Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau – Informationen für Praxis und Beratung. Hrsg. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl>
- LABER, H. (2009): Quantifizierung der Ertragswirksamkeit betriebsüblicher Verunkrautung beim ökologischen Anbau von Gemüseerbsen für die industrielle Verarbeitung. Abschlußbericht zum Projekt BLE-06OE126, Dresden-Pillnitz, BÖL-Bericht-ID 16869
- LK NRW 2012: (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen) Basisinformation Ackerbohnen. vom 12.10.2012, Bonn
- LINK, W. (2003): Identifizierung und Analyse von Formenkreisen bei Ackerbohnen-Elitematerial sowie die Entwicklung von Basismaterial für die Hybridzüchtung. Gemeinsamer Abschlußbericht zu den Projekten BLE-99HS010 und BLE-99HS027, Hohenheim und Göttingen
- LINK, W. (2004): Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau. Teilprojekt 2, Abschlußbericht zum Projekt BLE-02OE451/2, Göttingen.
- LINK, W. (2012): Kompetenz in der Züchtungsforschung an der Universität Göttingen. 14. Juni 2012, Göttingen
- LINK, W., ARBAOUI, M. (2005): Neues von der Göttinger Winter-Ackerbohne. 56. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, HBLFA Raumberg – Gumpenstein, 22.-24, November 2005, S. 31 – 38
- LINK, W. (2009): Züchtungsforschung bei der Ackerbohne: Fakten und Potentiale. Journal für Kulturpflanzen, 61 (9), S. 341 – 347, Stuttgart
- LINK, W. (2013): (Universität Göttingen, Abteilung Pflanzenzüchtung) persönliche Mitteilungen. Telefonat am 13.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest

- LÜTKE ENTRUP, N., SCHLAUTMANN, CH. UND GRÖBLINGHOFF, F.-F. (1998): Ackerbohnen mit Grasuntersaaten – Ertragsleistung, Stickstofffixierung und Nachwirkung in verschiedenen Anbausystemen. Vorträge für Pflanzenzüchtung, Heft 44, 35-47
- LÜTKE ENTRUP, N., STEMANN, G., GRÖBLINGHOFF, F.-F., JOHNNEN, A. (2002): Entwicklung und Anwendung von Prognosemodellen zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Körnerleguminosen. Abschlussbericht zum UFOP-Projekt, Az.: 527/982, Soest und Münster
- MESSMER, M., WILBOIS, K.-P. UND WORKSHOPTeilNEHMER (2011): Grundlagenpapier zur ökologischen Pflanzenzüchtung. Basierend auf den Ergebnissen eines Expertenworkshops vom 2. März 2011 in Frankfurt/Main, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (Schweiz) und Frankfurt/Main (Deutschland)
- MÜLLER, T., VON FRAGSTEIN UND NIEMSDORFF, P. (2003): Umsatz und Wirkung vegetativer Düngemittel im ökologischen Gemüsebau. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE169, Kassel
- MÜLLER, K.-J. (2013): (Getreidezüchtungsforschung Darzau in Neu-Darchau) persönliche Mitteilung an A. Groß-Spangenberg, Bonn, Telefonat am 01.02.2013
- OVER, R. (2012): Kalkulation von Substitutionswerten von Futtermitteln. LEL Schwäbisch Gmünd, Abt. 2, Stand 21.09.2012  
[Vergleichswert Futter Stand: 21.09.2012](#)
- PETERSEN, K. (2012A): PlantsProFood - Gewinnung von Lebensmittelzutaten aus Blauen Süßlupinen. Vortrag während des Statusseminars zur Einweißpflanzenstrategie am 08. Oktober 2012 in Bonn
- PETERSEN, K. (2012B): Ziele und Projekte im WK PlantsProFood - Gewinnung von Lebensmittelzutaten aus Blaue Süßlupine. Vortrag während der Fachtagung am 18. Januar 2012 in Rostock, PlantsProFood Tagungsband „Lebensmittelzutaten aus Blauer Süßlupine“ S. 8 – 17. Hrsg. ProLupin GmbH, Neubrandenburg und Universität Rostock, Rostock
- PIETZSCH, M. (2012A): Enzymatische Vernetzung von Proteinen in nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Folien und Compositen, FKZ: 22013306. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 09:00 MEZ
- PIETZSCH, M. (2012B): Untersuchungen zum Einsatz von Duroplasten durch enzymatisch quervernetzte Proteine, FKZ: 22021807. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 09:02 MEZ
- PFLUGHÖFT, O., SCHÄFER, B.C., STEMANN, G. (2009): Pilzkrankheiten in Körnerfuttererbsen (*Pisum sativum* L.) – Diagnose, Epidemiologie, Ertragsrelevanz und

Bekämpfung. Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, Nr. 25, Soest

- RAUBER, R. UND LINK W. (2011): Evaluierung von Winter-Ackerbohnen als Zwischenfrucht für eine ökologische Biogasproduktion. Abschlußbericht zum Projekt BLE-05NR140, Göttingen
- RAUPP, J. (2006): Ertrag und Qualitätseigenschaften von Sommerweizen und Kartoffeln bei organischer Düngung tierischer Herkunft (Rottemist) und pflanzlicher Herkunft (Ackerbohenschrot). Abschlussbericht zum Projekt BLE-03OE179, Darmstadt, BÖL-Bericht-ID 158000
- ROHN, S. (UNVERÖFFENTLICHT): LeguAN – Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskonzepte für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung – Projektantrag, Institut für Lebensmittelchemie der Universität Hamburg (UHH), Hamburg
- ROTH, F. (2010): Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für eine ökologische Biogasproduktion. Dissertation, Göttingen
- SASS, O. (2013): (NPZ Lembke KG in Hohenlieth) persönliche Mitteilungen. Telefonat am 15.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- SAUERMANN, W. (2009): Ackerbohnen – Ressourcenschutz und Klimaschutz durch den Anbau von Körnerleguminosen. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Rendsburg  
[http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Pflanze/OEIpflanzen\\_und\\_Koernerleguminosen/Futtererbsen/2009/Futtererbsen\\_Ressourcenschutz\\_Klimaschutz.pdf](http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Pflanze/OEIpflanzen_und_Koernerleguminosen/Futtererbsen/2009/Futtererbsen_Ressourcenschutz_Klimaschutz.pdf)
- SAUERMANN, W. (2013A): Hohe Rohproteingehalte erreicht – Futterwert von Futtererbsen nutzen. Bauernblatt, 9. März 2013, S 36
- SAUERMANN, W. (2013B): Rohproteingehalte von Ackerbohnen – Unterschiede bei den Sorten. Bauernblatt, 23. Februar 2013, S 38-39
- Sauke, H. (2013): Strategien im Umgang mit Schädlingen von Körnerleguminosen. Bioland Wintertagung Bayern
- SCHÄFER, B. C., LASER, H., WEYER, T., BRAUN, J., LÜTKE ENTRUP, N., GRÖBLINGHOFF, F.-F., STEMANN, GREEF, J., BRUNOTTE, J.(2010): Klimaorientierte Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft (optimierter Klimabetrieb). Ausführliche Vorhabensbeschreibung zum Forschungsantrag, Soest und Braunschweig
- SCHÄFER, B. C., BRAUN, J., BRUNOTTE, J., GREEF, J., GRÖBLINGHOFF, F.-F., HECKMANN, M., LASER, H., LÜTKE ENTRUP, N., RICHTER, V., SCHATTSCHNEIDER, P., WEYER, T., LÜTKE BÖRDING, S. (2011): Klimaoptimierte Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft (optimierter Klimabetrieb). Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 23: 165 (2011)

- SCHÄFER, B. C. (2011): Körnerleguminosen, in: N. Lütke Entrup und B. C. Schäfer (Hrsg.) Lehrbuch des Pflanzenbaues, Bd. 2: Kulturpflanzen, AgroConcept Bonn, 1036 Seiten
- SCHMIDT, H. (2007): Untersuchung ackerbaulicher Probleme langjährig ökologisch wirtschaftender Betriebe. Kooperationsmodell Praxis – Beratung – Wissenschaft. Abschlussbericht zum Projekt BLE-03OE024, Bad Dürkheim, BÖL-Bericht-ID 15767
- SCHMIDTKE, K. (2013): (Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden) persönliche Mitteilungen, Telefonat am 18.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- SCHNEIDER, M., LÜTKE ENTRUP, N. (2006): Bewertung von neuen Systemen der Bodenbewirtschaftung in erweiterten Fruchtfolgen mit Körnerraps und Körnerleguminosen. Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest Nr. 21, Soest. Projekt BLE-00HS017/1
- SCHÖNWEITZ, C. (2012): Verbundvorhaben: Modifizierte Stärken II, Teilvorhaben: Fettdichte biologisch abbaubare Polymerbeschichtungen für Papier- und Kartonverpackungen, FKZ: 22016400. Projektbeschreibung bei Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stichwortsuche „Erbse“, <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/>, 14.11.2012, 09:00 MEZ
- SCHUMACHER, H.; PAULSEN, H. M. (2010): Selektion auf Methioninreichtum des Samenproteins bei heimischen Leguminosen (*Vicia faba*, *Pisum sativum* und *Lupinus angustifolius*). Abschlußbericht zum Projekt BLE-05OE024, Trendhorst und Hannover
- SCHUMACHER, U., FIDELAK, C., KOOPMANN, R., WEIßMANN, F. (2012): Wissensstandsanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100 % Biofütterung Monogastrier. Gemeinsamer Abschlussbericht des Verbundprojektes BLE-10OE088 und BLE-10OE089, Augsburg und Westerau
- SPECHT, M. (2009): Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland – Situation, limitierende Fakten und Chancen. Fachgespräch „Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland“ am 21./22. April 2009 in Braunschweig
- STALLJOHANN, G., PATZELT, S., ARNDT, W., KEMPKENS, K. (2007): Entwicklung von Fütterungs- und Management-Strategien für eine erfolgreiche und artgerechte Ferkelaufzucht in der ökologischen Schweinehaltung. Abschlussbericht zum Projekt BLE-03OE423, Bad Sassendorf und Köln
- STALLJOHANN, G., PATZELT, S. (2011): Erprobung/Untersuchung von Fütterungsstrategien bei Sauen und Ferkeln mit Inulineinsatz, sowie getoasteten bzw. extrudierten Ackerbohnen in der Ferkelaufzucht. Abschlussbericht zum Teilprojekt BLE-07OE024, Münster und Bad Sassendorf, BÖLN-Bericht-ID 18832
- STALLJOHANN, G., MÖLLERING, J. (2012): Körnerleguminosen gezielt einsetzen. 11.08.2012, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster

<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/koernerleguminosen.htm>

- STALLJOHANN, G. (2013): (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in Münster) persönliche Mitteilungen, Telefonat am 21.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2012): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, August/September 2012, Wiesbaden;  
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteAugustSeptember.html>
- STEFFENS, D., STAMM, R., LEITHOLD, G., SCHUBERT, S. (2004): Phosphat-Mobilisierung durch Haupt- und Zwischenfrüchte nach Düngung von weicherdigem Rohphosphat im ökologischen Landbau. Abschlussbericht zum Projekt BLE-02OE424, Gießen, BÖL-Bericht-ID 17240
- THAYSEN, J. (2009): Erprobung des Verfahrens der Feuchtkörnerleguminosensilierung (Erbsen, Lupinen und Ackerbohnen) unter Verwendung von Silier- und Konservierungszusätzen zur betriebseigenen Verfütterung. Ergebnisse von Prüfaufträgen der UFOP e. V. Berlin 2007, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Rendsburg
- THAYSEN, J. (2013): (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Rendsburg) persönliche Mitteilungen, Telefonat am 18.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- THÖMING, G., PÖLITZ, B., KÜHNE, A., WEDEMEYER, R., SAUCKE, H. (2008): Entwicklung eines situationsbezogenen Konzeptes zur Regulation des Erbsenwicklers in Gemüse- und Körnererbsen. Abschlußbericht zum Projekt BLE-05OE025, Witzenhausen, BÖL-Bericht-ID 17316
- UFOP (1996): Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. UFOP-Schriften, Heft 3, Bonn
- URBATZKA, P., GRAß, R., REULEIN, J., SCHÜLER, C. (2003): Untersuchung verschiedener Wintererbsenherkünfte auf ihre Winterhärte und ihre Anbauwürdigkeit im Ökologischen Landbau. Abschlußbericht zum Projekt BLE-02OE566, Kassel, BÖL-Bericht-ID 16445
- URBATZKA, P., GRAß, R., SCHÜLER, C. (2008): Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau. Abschlußbericht zum Projekt BLE-03OE074, Kassel, BÖL-Bericht-ID 15527
- VAUPEL, J. (1999): Neue CMS-Systeme für die Produktion von Minor-x-Major-Hybrid-sorten bei *Vicia faba* L.: genetische und züchterische Analyse. Dissertation, Göttingen

- VOGT-KAUTE, W. (2004): Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau. Teilprojekt 1, Abschlußbericht zum Projekt BLE-02OE451/1, Gräfel-fing
- VOGT-KAUTE, W. (2013A): (Naturland Verband in Wartmannsroth) persönliche Mittei-lungen, Telefonat am 18.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- VOGT-KAUTE, W. (2013B): Juli: Pausen tun gut – das gilt auch für Leguminosen. Thema des Monats Juli 2010, Internetseite des Projektes „Bodenfruchtbarkeit“ <http://www.bodenfruchtbarkeit.org/176.html>
- VOLK, T. (2013): (proPlant GmbH, Münster; <http://www.proplant.de/>) persönliche Mitteilungen, Telefonat am 18.02.2013 mit Frau Zerhusen-Blecher, Soest
- WEHLING, P. (2009): Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland – Sachstand und Perspektiven, Fachgespräch im Julius-Kühn-Institut, 21./22. April 2009 in Braunschweig - Bericht. Journal für Kulturpflanzen, 61 (9). S. 359-364, Stuttgart
- WILBOIS, K.-P. (2013): schriftliche Mitteilung an Frau A. Groß-Spangenberg, Bonn am 30.01.2013
- WILBOIS, K.-P., VOGT-KAUTE, W., SPIEß, H., MÜLLER, K.-J. (2007): Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im Ökologi-schen Landbau. Abschlußbericht zum Projekt BLE-03OE127/2, Frankfurt, BÖL-Bericht-ID 15563
- WILBOIS, K.-P., SCHMIDTKE K. (2009): Bodenfruchtbarkeit verbessern: Geeignete Strategien für den Ökologischen Landbau erforschen. „Forschung im Bundes-programm Ökologischer Landbau – Schwerpunkt Bodenfruchtbarkeit“ Ökolo-gie und Landbau 152 (37. Jahrgang), Ausgabe 4/2009, S. 7 -10
- WILBOIS, K.-P., FLECK, M.; HAUG, P.; MÜLLER, K.-J.; RUMMEL, K.; SPIEGEL, A.-K.; VOGT-KAUTE, W.; WILLING, O. (2012): Netzwerk Ökologische Pflanzenzüchtung: Möglichkeiten und Methoden, Grenzen zwischen klassischen und „gentechni-schen“ Züchtungsmethoden, partizipative Pflanzenzüchtung. Abschlußbericht zum Projekt BLE-06OE135, Frankfurt am Main
- WILD, M., DEMMEL, M., BRANDHUBER, R. (2011): Erbsen belohnen lockere Erde. BLW 42, S.26 – 27
- ZEYNER, A., OTT, E., HACKL, W., GEFROM, A. (2008): Die Silierung von Körnern der großsamigen Leguminosen als Verfahren der Konservierung und der Verbes-erung ihres ernährungsphysiologischen Wertes für Monogastrier. Abschluß-bericht zum Projekt BLE-03HS002, Rostock

|



## 11 Anhang

### A1 Übersicht über die in 2012 durchgeführten Landessortenversuche bzw. Sortenversuche bei Ackerbohnen und Körnererbse in den Bundesländern Deutschlands (konventionell (konv.) und ökologisch (öko))

Bundesland	Ackerbohnen Anzahl Standorte LSV	Körnererbse Anzahl Standorte LSV
Baden-Württemberg	1 konv. / 4 öko	2 konv. / 4 öko
Bayern	5	5
Berlin	-	-
Brandenburg	-	1
Bremen	-	-
Hamburg	-	-
Hessen	1 konv. / 1 öko	2 konv. / 1 öko
Mecklenburg-Vorpommern	-	2 konv. / 1 öko
Niedersachsen	2 konv. / 2 öko	1 konv. / 1 öko
Nordrhein-Westfalen	2, zusätzliche Aktivitäten im Rahmen der Wertprüfungen des Bundessortenamtes	1, zusätzliche Aktivitäten im Rahmen der Wertprüfungen des Bundessortenamtes
Rheinland-Pfalz	1	2
Saarland	-	-
Sachsen	3	3
Sachsen-Anhalt	2, zusätzliche Aktivitäten im Rahmen der Wertprüfungen des Bundessortenamtes	4 konv. / 2 öko, zusätzliche Aktivitäten im Rahmen der Wertprüfungen des Bundessortenamtes
Schleswig-Holstein	4 konv. / 1 öko	2 konv. / 1 öko
Thüringen	7	7 konv. / 1 öko

## **A2 Auflistung der in den Bundesländern abrufbaren sowie bei der UFOP verfügbaren Praxisinformationen zu Ackerbohnen und Körnererbsen**

### **Bayern**

<http://www.lfl.bayern.de/arbeitsschwerpunkte/eiweisstrategie/>

### **Baden-Württemberg**

[http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1219762\\_11/ltz\\_Pflanzenproduktion%202013%20S\\_orten%20und%20Pflanzenschutz%20in%20Ackerbau%20und%20Gr%C3%BCnland\\_internetversion.pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1219762_11/ltz_Pflanzenproduktion%202013%20S_orten%20und%20Pflanzenschutz%20in%20Ackerbau%20und%20Gr%C3%BCnland_internetversion.pdf)

### **Hessen**

<http://www.llh-hessen.de/pflanzenproduktion/ackerbau/koernerleguminosen.html>

### **Nordrhein-Westfalen:**

<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/eiweisspflanzen/index.htm>

### **Sachsen-Anhalt:**

[http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek\\_Politik\\_und\\_Verwaltung/Bibliothek\\_LLFG/dokumente/Acker\\_und\\_Pflanzenbau/Produktionstechnik/Veroeffentlichung/13\\_anbau\\_leguminosen.pdf](http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LLFG/dokumente/Acker_und_Pflanzenbau/Produktionstechnik/Veroeffentlichung/13_anbau_leguminosen.pdf)

### **Schleswig-Holstein**

<http://www.lksh.de/landwirtschaft/pflanze/oelsaaten-und-koernerleguminosen/ackerbohnen/>

<http://www.lksh.de/landwirtschaft/pflanze/oelsaaten-und-koernerleguminosen/futtererbsen/>

### **Thüringen**

<http://www.tll.de/ainfo/pdf/aboh0307.pdf>

<http://www.tll.de/ainfo/pdf/abor0604.pdf>

<http://www.tll.de/ainfo/pdf/kerb0107.pdf>

<http://www.tll.de/ainfo/pdf/kfer0806.pdf>

**UFOP- Praxisinformationen:**

"Anbauratgeber Körnerfuttererbse":

[http://www.ufop.de/files/2613/4080/9724/RZ\\_Praxisinfo\\_Erbesen\\_web.pdf](http://www.ufop.de/files/2613/4080/9724/RZ_Praxisinfo_Erbesen_web.pdf)

"Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen":

<http://www.ufop.de/files/3513/4080/9712/Koernerleguminosen.pdf>

"Körnerleguminosen: Konservieren oder silieren?":

[http://www.ufop.de/files/2513/4080/8201/RZ\\_Praxisinfo\\_K-legum\\_020409.pdf](http://www.ufop.de/files/2513/4080/8201/RZ_Praxisinfo_K-legum_020409.pdf)

"Einsatz von heimischen Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau":

[http://www.ufop.de/files/4913/4080/8196/PI\\_Milchvieh.pdf](http://www.ufop.de/files/4913/4080/8196/PI_Milchvieh.pdf)

"Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Erbsen in der Nutztierfütterung":

[http://www.ufop.de/files/3613/4080/8200/RZ\\_Praxisinfo\\_Erbesen\\_100604.pdf](http://www.ufop.de/files/3613/4080/8200/RZ_Praxisinfo_Erbesen_100604.pdf)

"Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Ackerbohnen in der Nutztierfütterung":

[http://www.ufop.de/files/3013/4080/9202/RZ\\_Praxisinfo\\_Ackerbohne\\_100604.pdf](http://www.ufop.de/files/3013/4080/9202/RZ_Praxisinfo_Ackerbohne_100604.pdf)

### A3 Kurzdarstellung der erzielten Ergebnisse bzw. die formulierten Zielsetzungen der in der Status-Quo Analyse dargestellten Projekte

#### 2 Forschungsfeld „Gesunde und nachhaltige Humanernährung“

28154.070-10 bis 28154.079-10	2011-2014	<p><b>„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung „</b></p> <p>interdisziplinäres Verbundprojekt mit 7 Arbeitspaketen; Ziel ist die effiziente Herstellung innovativer Lebens- und Futtermittel und –zutaten auf der Basis heimischer Leguminosenarten.</p> <p>Entlang der Wertschöpfungskette werden die Leguminosenproduktion, die technologische Be- und Verarbeitung und die Produktentwicklung bis zur Verbraucherakzeptanz bearbeitet (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).</p>
-------------------------------------	-----------	--

#### 3 Forschungsfeld „Nachhaltige Eiweißversorgung in der tierischen Erzeugung“

##### 3.1 Bewertungsgrundlagen

##### 3.1.1 Futtermitteldatenbank / Analytik

05OE008	2006-2007	<p><b>„100 % Biofutter für Monogastrier – Futtermitteldatensammlung zur Sicherung der Rationsgestaltung“</b></p> <p>Erarbeitung einer Futtermitteldatensammlung für 100% Biofutter bei Monogastriern und Dokumentation in der DLG-Datenbank-Futtermittel (BLE 2012D).</p>
06OE110	2008-2010	<p><b>„Schwankungen der Inhaltsstoffe in Öko-Futtermitteln: schnelle Bestimmung der Inhaltsstoffe zum sicheren Umgang mit dem Problem“</b></p> <p>Erfolgreiche Entwicklung von NIRS-Kalibrierungen für eine zeitnahe Bestimmung der Rohrnährstoffe, Stärke, Zucker, Aminosäuren in ökologisch erzeugten Ackerbohnen und Futtererbsen unmittelbar nach der Ernte (AULRICH 2011).</p>

11OE054	2012-2014	<p><b>„Erarbeitung von Daten zu Inhaltsstoffen, Aminosäuren und Vitaminen in Öko-Futtermitteln zur optimierten Rationsgestaltung in der Monogastrierernährung“</b></p> <p>Pflege der NIRS-Kalibrierungen und Erweiterung auf andere Leguminosen und Getreiden,</p> <p>Erarbeitung einer Datenbasis zu Gehalten an wasserlöslichen Vitaminen</p> <p>Aufbau einer Datenbank für Futtermittel aus ökologischer Erzeugung (BLE 2012B)</p>
---------	-----------	---

### 3.1.2 Fütterungsversuche / Leistungsprüfungen

#### 3.1.2.1 Wiederkäuer

98UM132	1999-2001	<p><b>„Entwicklung einer tierindividuellen Fütterung der Milchkühe zum bedarfsgerechten Einsatz von im Betrieb erzeugten Getreide und Hülsenfrüchten (Erbsen und Bohnen)“</b></p> <p>Steigende Gehalte an Gesamtphenolen, Tanninphenolen, kondensierten Tanninen bei Ackerbohnen führten zu einem Absinken der umsetzbaren Energie und zu einem Anstieg des nutzbaren Proteins.</p> <p>Höhere Tanningehalte bei Ackerbohnen und höhere Gesamtphenolgehalte bei buntblühenden Erbsen führten zu einem Absinken der Gasbildung (Pansenmilieu stabiler) (ANONYM 2001).</p>
02OE005	2002-2003	<p><b>„Steigerung des Gehaltes an nutzbarem Protein bei Körnerleguminosen mittels ökologisch konformer technischer Bearbeitungsverfahren zur Förderung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Hochleistungskühen im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Der Einsatz von hitzebehandelten Erbsen bei Hochleistungskühen ist aufgrund zu geringer Effekte unwirtschaftlich. Die Futteraufnahme der Ration mit der tanninhaltigen AB-Sorte 'Samba' war bei den Kühen mit einer Milchleistung über 30 kg/Tag signifikant höher und das Pansenmilieu (pH-Wert) war stabiler.</p> <p>Bei der tanninfreien Sorte 'Valeria' stieg der Milch-Eiweiß- und Harnstoffgehalt an (BISSINGER ET AL. 2003).</p>

## 3.1.2.2 Monogastrier

## Geflügel

02OE622	2002-2004	<p><b>„Ackerbohnen als Futterkomponente des ökologischen Landbaus für Masthühner-Elterntiere und verschiedene Mastbroilerherkünfte“</b></p> <p>Bei langsam wachsenden Mastbroilern verschiedener genetischer Herkunft wirkten sich Futtermischungen mit bis zu 30 % Ackerbohnen mit hohen oder niedrigen Gehalten an Vicin oder Tanninen nicht unterschiedlich auf die Futterakzeptanz sowie die Mast- und Schlachtleistung aus.</p> <p>Mastelterniere können ohne Leistungseinbußen mit deutlich höheren als bislang empfohlenen Mengen an Ackerbohnen gefüttert werden (15 % Ackerbohnenanteil), sofern vicin-/convicinarme Sorten verwendet werden (ABEL UND GERKEN 2004).</p>
11NA035	2012-2015	<p><b>„Bewertung eines thermisch behandelten Gemisches aus Körnerleguminosen für die Geflügeler-nährung“</b></p> <p>Prüfung eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus je einem Drittel Ackerbohnen, Futtererbsen und Süßlupinen (Legumi-Therm®) an langsam wachsenden Masthuhn-, Putentypen und Legehennen (Bestimmung der präcecal verdaulichen Aminosäuren, umsetzbare Energie) (BLE 2012c).</p>
11OE070	2012-2014	<p><b>„Bestimmung präcecaler Verdauungskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel für die Hühnermast“</b></p> <p>Bestimmung präcecaler Verdauungskoeffizienten für heimische Energiefuttermittel (u.a. eine Leguminosenmischung) für die Hühnermast (BLE 2013b).</p>

## Schweine

02OE209, 02OE209/F	2002-2004 2004-2005	<p><b>„Ernährungsphysiologische Bewertung von Öko-Futtermitteln für Schweine“</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Vergleich zum konventionellen Anbau führte der ökologische Anbau bei Weizen und Gerste zu niedrigeren Rohprotein- sowie höheren Stärke- und Fasergehalten. Bei Ackerbohnen ergaben sich tendenziell ähnliche Veränderungen, die Gehalte an Stärke waren jedoch niedriger bei ökologischer Anbauweise. Die Gehalte an NDF (Neutral Detergent Fiber) lagen für alle drei Pflanzenarten bei ökologischer Produktion höher (signifikant nur bei Weizen). Die Unterschiede in den ADF-Gehalten (Acid Detergent Fiber) waren nicht signifikant.</li> <li>- Die Verdaulichkeiten ökologischer Futterrationen (hier mit 25% Ackerbohnen) für Schweine scheinen grundsätzlich niedriger als die von konventionellen Futterrationen (Getreide/Sojaextraktion) bei 2 geprüften Schweinerassen (Bunte Bentheimer, moderne Gebrauchskreuzung). verglichen.</li> <li>- Bei der ökologischen Futterration kam es zu einer ökologisch zu befürwortenden partiellen Umverteilung der Stickstoffausscheidungen vom Harn in den Kot. (ABEL ET AL. 2004, ABEL UND BREVES 2005)</li> </ul>
03OE423 und 07OE024	2004-2007 2007-2011	<p><b>„Entwicklung von Fütterungs- und Management-Strategien für eine erfolgreiche und artgerechte Ferkelaufzucht in der ökologischen Schweinehaltung“ und</b></p> <p><b>„Erprobung/Untersuchung von Fütterungsstrategien bei Sauen und Ferkeln mit Inulineinsatz sowie getoasteten bzw. extrudierten Ackerbohnen in der Ferkelaufzucht“</b></p> <p>Für die Umsetzung der 100 % Biofutter-Forderung wurde als Ergebnis der zwei Projekte eine 2-phasige Ferkelfütterung mit einem hochwertigen, schmackhaften Saugferkelbeifutter mit mindestens 10% Magermilchpulveranteil und einem Aufzuchtfutter mit 22% getoasteten Ackerbohnen und 22% Weizenflocken empfohlen (STALLJOHANN ET AL. 2007, STALLJOHANN UND PATZELT 2011, BUSSEMAS ET AL. 2011).</p>

11NA034	2012-2015	<p><b>„Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht“</b></p> <p>Prüfung eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus je einem Drittel Ackerbohnen, Futtererbsen und Süßlupinen (Legumi-Therm®) und Ableitung einer optimalen Einsatzhöhe in der ökologischen Ferkelerzeugung (Bestimmung verdauliche Nährstoffe, umsetzbare Energie) (BLE 2012E).</p>
11NA036/ 11NA056	2012-2013	<p><b>„Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus“</b> und</p> <p><b>„Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus und Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht“</b>,</p> <p>Um die Möglichkeiten des Einsatzes buntblühender Wintererbsen in der ökologischen Mastschweinefütterung zu ermitteln, wird geprüft</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ob die Wintererbse der Sommererbse gleichwertig ist oder sie anteilig substituieren kann,</li> <li>- ob eine thermische Behandlung der Wintererbse sich vorteilhaft auf die Verdaulichkeit und auf den Gehalt an antinutritiven Substanzen auswirkt,</li> <li>- die Ableitung von Einsatzempfehlungen und die Ermittlung der maximal tolerierbaren Einsatzhöhe von behandelten/unbehandelten Wintererbsen in der Mastperiode von 28 – 120 kg LG.</li> </ul> <p>(BLE 2012F, BLE 2012G)</p>



11OE021	2011-2015	<p><b>„Untersuchungen von sechs Fütterungsstrategien mit Futtermitteln 100 % ökologischer Herkunft auf biologische Leistungen, Gesundheitsstatus, Verlustgeschehen und Wirtschaftlichkeit bei Saug- und Aufzuchtferkeln im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Untersuchungen von sechs Fütterungsstrategien mit Futtermitteln 100 % ökologischer Herkunft auf biologische Leistungen, Gesundheitsstatus, Verlustgeschehen und Wirtschaftlichkeit bei Saug- und Aufzuchtferkeln im ökologischen Landbau. Ziel ist, verschiedene regional verfügbare Eiweißfuttermittel auf deren Eignung zu testen. Es soll geprüft werden, ob eine einphasige Ferkelfütterung auf Basis 100 % ökologischer Futtermittelausgangsstoffe gesunde und leistungsstarke Ferkel gewährleisten können. (BLE 2013c)</p>
10OE088 und 10OE089	2011-2012	<p><b>„Wissensstandanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100 % Biofütterung in der ökologischen Monogastrierernährung“</b></p> <p>Forschungs- und Handlungsbedarf zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau sowie 100% Biofütterung on der ökologischen Monogastrierernährung wurden zusammengetragen. (SCHUMACHER ET AL. 2012)</p>

### 3.2 Wertoptimierende Verarbeitungstechnologie

03HS002	2005-2008	<p><b>„Die Silierung von Körnern der großsamigen Leguminosen als Verfahren der Konservierung und der Verbesserung ihres ernährungsphysiologischen Wertes“</b></p> <p>Bei Feuchtegehalten von 35% konnte sowohl Schrot aus reifen, rückbefeuchteten Körnern von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen als auch Schrot von vor der Vollreife geernteten Körnern erfolgreich siliert werden (Milchsäure):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung des Futterwertes durch den Silierprozess durch Reduktion der Gehalte an Oligosacchariden und Tanninen bei unverändertem Gehalt an nutritiven Substanzen.</li> <li>- Höhere Körnerleguminosenanteile (Lupine) im Futter bei Broilern, Absetzferkeln möglich, Ergebnisse auf Ackerbohnen, Erbsen prinzipiell möglich (ZEYNER ET AL. 2008)</li> </ul>
UFOP	2007-2008	<p><b>„Erprobung des Verfahrens der Feuchtkörnerleguminosensilierung (Erbsen, Lupinen und Ackerbohnen) unter Verwendung von Silier- und Konservierungszusätzen zur betriebseigenen Verfütterung“</b></p> <p>Feuchtkörnerleguminosensilierung (Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen) im Folienschlauch erfolgreich und praxisreif. Die Silage kann sowohl in der Monogastrierfütterung als auch bei Wiederkäuern eingesetzt werden (TAYSEN 2009, 2013).</p>

### 3.3 Zusätzliche Wertschöpfungspotenziale

Keine Projekte

## 4 Forschungsfeld „Kaskadische Nutzung im Non-Food-Bereich“

### 4.1 Optimierung der Flächennutzungseffizienz

05NR140	2007-2010	<p><b>„Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für die Biogasproduktion im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Die vor Energiemais gesäten Winterzwischenfrüchte (Varianten: Winterackerbohnen, Wintererbsen und Winterroggen sowie ihre Gemenge) erzielten im Mittel TM-Erträge von 34,4 dt/ha. Die höchsten Erträge mit 48 dt TM/ha erreichten die Winterackerbohnen-Winterroggen-Gemenge.</p> <p>Die Methan-Flächenerträge lagen für das Gemenge aus Roggen und Winterackerbohnen (mit doppelter Aussaatstärke) bei über 2000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha.</p> <p>Der Gesamtertrag aus den Winterzwischenfrüchten und dem Mais lag im Mittel bei etwa 170 dt TM/ha. Die Varianten übten wenig Einfluss auf den Gesamtertrag der Anbaufolge aus (ROTH 2010, RAUBER UND LINK 2011)</p>
---------	-----------	--

### 4.2 Potenziale der stofflichen Nutzung

FNR 22011997	1998-2000	<p><b>„Biowerkstoffe aus Protein-Polysaccharid-Verbunden“</b></p> <p>Es konnten Verbunde aus Proteinen (u.a. von Erbse) und Polysacchariden mit einem sehr breiten Spektrum an mechanischen Eigenschaften hergestellt werden. Sie erlauben die Herstellung spröder und viskoelastischer Formkörper (JANSEN 2012).</p>
FNR 22016400	2002-2004	<p><b>„Verbundvorhaben: Modifizierte Stärken II, Teilvorhaben: Fettdichte biologisch abbaubare Polymerbeschichtungen für Papier- und Kartonverkaufspackungen“</b></p> <p>Die Beschichtung mit Hydroxypropylstärke auf Basis hoch amylosehaltiger Erbsenstärke hatte sich in Voruntersuchungen als außergewöhnlich dichtes Fettbarriersystem für Papier- und Kartonverpackungen erwiesen. Additive Vorteile sind biologische Abbaubarkeit, Verträglichkeit mit dem Papierkreislauf und Halogenfreiheit bei Verbrennung (SCHÖNWEITZ 2012).</p>

FNR 22001405	2005-2006	<p><b>„Neue biogene Komponenten für umweltfreundliche Lacke“</b></p> <p>Feinteiliges, lipoxygenasehaltiges Enzympulver aus ausgekeimten Erbsen und Ackerbohnen eigneten sich nicht als trocknungsbeschleunigende Stoffe für umweltfreundliche Lacke (FILBRICH 2012).</p>
FNR 22013306	2006-2009	<p><b>„Enzymatische Vernetzung von Proteinen in nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Folien und Compositen“</b></p> <p>Sehr erfolgreich verlief die Folienbildung auch mit löslichen Erbsenproteinfraktionen und alternativen Weichmachern. Einzelne Eigenschaften von Proteinfohlen liegen bereits jetzt im Bereich kommerzialisierter Materialien und bieten so ein großes wirtschaftliches Potenzial (PIETZSCH 2012A).</p>
FNR 22021807	2008-2010	<p><b>„Untersuchungen zum Einsatz von Duroplasten durch enzymatisch quervernetzte Proteine“</b></p> <p>Proteine eignen sich als Bindemittel für Gießereisande und Holzwerkstoffe. Insbesondere die Verwendung von wasserlöslichem Protein aus Erbsen und Casein zeigten eine Verbesserung der mechanischen Festigkeit von Formkörpern (PIETZSCH 2012B).</p>

## 5 Forschungsfeld „Pflanzliche Produktivität“

### 5.1 Optimierung der genetischen Ertrags- und Qualitätspotenziale (Züchtung)

Für den Bereich der **Ackerbohnen** konzentrierten sich bis heute die Züchtungsarbeiten und die damit verbundenen Forschungen an der Universität Göttingen, in den Züchtungshäusern NPZ Lembke KG (Norddeutsche Pflanzenzucht; O. Sass) in Hohenlieth und der Gleisdorfer Saatzucht Ges.mbH (J. Winkler). Als Genbank ist u.a. das Leibnizinstitut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben zu nennen (LINK 2009).

Mit der Sichtung genetischer Ressourcen bei **Körnererbse** (Sommer- und/oder Winterformen) sowie der Anbauoptimierung der verfügbaren Genotypen arbeiten Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Verbände etc. z.T. kooperativ zusammen. Zu nennen sind die Universität Kassel-Witzenhausen, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, C. Schüler, die Getreidezüchtungsforschung Darzau (K.-J. Müller, U. Quendt), das Institut für Ökologischen Landbau am Julius-Kühn-Institut, Trenthorst (H. Böhm). Der Naturland Verband (W. Vogt-Kaute) sowie das Forschungsinstitut für biologischen Landbau e.V. (FiBL; K.-P. Wilbois) beteiligen sich fachlich an den Forschungsarbeiten und deren Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis.

Innerhalb Deutschlands existiert ein aktives Zuchtprogramm für Sommererbsen bei der NPZ Lembke KG. Hier wurde auch in Kooperation mit RAGT ein Wintererbsenzuchtprogramm aufgebaut (Sass 2013).

Die KWS Lochow GmbH in Bergen hat das Zuchtprogramm für Sommererbsen aufgegeben, Sorten werden noch angeboten.

Die Getreidezüchtungsforschung Darzau arbeitet derzeit an einem Wintererbsenprojekt mit dem Ziel der Entwicklung eines Pflanzenideotyps für den Mischanbau mit Wintergetreide und Selektion von winterharten, hellkörnigen, Voll- und Halbblatttypen (GETREIDEZÜCHTUNG DARZAU 2012).

Zusätzlich finden jährlich Sortenversuche der Bundesländer zu ertraglichen und qualitativen Merkmalen statt. Auch die UFOP begleitet innerhalb des Bundesgebietes EU-Sortenversuche zu Ackerbohnen und Körnerleguminosen (UFOP Sortenversuche 2011). Die Datenbank [organicxseeds.de](http://www.organicxseeds.de) bietet in Deutschland verfügbares und ökologisch vermehrte Sorten u.a. von Ackerbohnen und Körnererbsen an (<http://www.organicxseeds.com/>).

## 5.1.1 Ackerbohnen

### 5.1.1.1 Hybridzüchtung

95HS069	1996-1999	<p><b>„Neue CMS-Systeme für die Produktion von Minor- x Major-Hybridsorten bei <i>Vicia faba</i> L.: genetische und züchterische Analyse“</b></p> <p>Vielversprechendes CMS-System identifiziert (Vaupel 1999).</p>
99HS027 und 99HS010	2000-2003	<p><b>„Identifizierung und Analyse von Formenkreisen bei Ackerbohnen-Elitematerial sowie die Entwicklung von Basismaterial für die Hybridzüchtung“</b></p> <p>Vorteile der Hybridzüchtung gegenüber der Linienzüchtung wird hervorgehoben; Ausmaß der Ertrags-heterosis lag im Mittel bei 70%, Heterosis-Effekt für Kornertrag lag im Mittel bei 43% für die geprüften Elternlinien, die F1- und F2-Hybriden. In den F2-Hybriden Heterosis nur halb so groß wie bei F1.</p> <p>Entwicklung molekularer Marker nicht erfolgreich wegen begrenzter Markerleistung zur Vorhersage der Heterosis oder Hybridleistung. (Link 2003)</p>

Die Realisierung der Hybridzüchtung bei der Ackerbohne scheiterte bisher stets an der mangelnden Stabilität der Pollensterilität, d.h. am Trend zur spontanen Reversion zur Fertilität in den CMS-Linien. Bis heute (LINK 2013) ist es noch nicht gelungen, ein stabiles CMS-System zur kontrollierten Durchführung von Kreuzungen bei Ackerbohnen durchzuführen, um Hybridsorten der Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen. Hingegen erweist sich die Züchtung synthetischer Sorten als erfolgreiches Konzept (siehe auch Forschungsarbeiten zur Winterhärte).

Ackerbohnen-Synthetiks eignen sich sowohl für die ökologische als auch für die konventionelle Landwirtschaft. Aufgrund ihrer Heterogenität (genetische Variabilität) können Synthetiks überraschende Umwelteffekte abpuffern. Diese Sorten erleiden bei einem Nachbau keine genetisch bedingten Leistungseinbußen, sondern erfahren eine Adaption an die lokalen Standortgegebenheiten (LINK 2013).

Für die Züchtung synthetischer Sorten sind Zeitfenster von ca. 15 Jahren zu kalkulieren sowie eine räumliche Isolierung erforderlich. Das System der Züchtung synthetischer Sorten wurde in enger Kooperation zwischen der Universität Göttingen und der NPZ Lembke KG zur Praxisreife entwickelt. Derzeit stehen die synthetische Sommer-Ackerbohnen Sorten Fuego, Fanfare sowie Taifun (EU-Sorte) und Vertigo (englische Sorte) dem Markt zur Verfügung (SASS 2013).

## 5.1.1.2 Winterhärte

02OE451/1	2002-2004	<p><b>„Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau – Teilprojekt 1“</b> Sehr hohe Auswinterungsverluste der auf 20 Praxisbetrieben deutschlandweit ausgesäten 3 Winterackerbohnen-Typen; die überlebenden Pflanzen der „Göttinger Population“ gelten als wertvolle Auslese hinsichtlich Winterhärte (VOGT-KAUTE 2004).</p>
02OE045/2	2002-2004	<p><b>„Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau – Teilprojekt 2“</b> Vielversprechende Kreuzungen der als sehr frosthart bonitierten Genotypen mit Vicin/Convicinarmen Genotypen (cv. Mélodie).</p> <p>Die 350 Linien der Göttinger Population werden morphologisch-agronomisch beschrieben und Samenproteingehalt bestimmt. (ANONYM 2011)</p>
03OE438	2004-2007	<p><b>„Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingungen: Vergleich zwischen bester reiner Linie und genetisch breiter Population am Beispiel Sommer- und Winterackerbohne“</b></p> <p>Die <u>Synthetiks</u> mit dem höchsten Ertrag in beiden Züchtungsstrategien waren aufgrund ihrer partiell genutzten Heterosis den Linien mit dem höchsten Ertrag überlegen. Durch ihre Heterogenität und Heterozygotie haben synthetische Sorten den Vorteil, an einem gegebenen Anbauort über die Jahre stabiler und auch anpassungsfähiger zu sein. Außerdem zeigte sich klar, dass Heterogenität für den Inzuchtstatut, eine Eigentümlichkeit von Fababohnen-Synthetiks, von Vorteil ist und zu einer Erhöhung der Ertragsleistung führt. Der Vergleich zwischen der lokal ertragreichsten Linie und der lokal als ertragreichst vorhergesagten Synthetik geht bei den Winter-Ackerbohnen noch stärker als bei den Sommer-Ackerbohnen zugunsten der Synthetiks aus. Sichtbar wird hier der zusätzliche Nutzen der Heterosis bei der Überwinterung.(GHAOUTI ET AL. 2007)</p>

05NR140	2007-2010	<p><b>„Evaluierung von Winter-Ackerbohnen als Zwischenfrucht für eine ökologische Biogasproduktion“</b></p> <p>Die in Göttingen etablierte Methode der Frostkammerversuche wurde weiter technisch optimiert.</p> <p>Die „Göttinger Population“ enthält einen Pool von Genotypen, die sowohl die kälteempfindlichste als auch die frosttoleranteste hervorbringt. Die Kombination von „sehr guter Frostkammerindex“ und „niedriger Krankheitsbonitur“ (<i>Ascochyta</i>, <i>Botritis</i>) vereint ebenfalls Linien aus der „Göttinger Winter-Ackerbohnenpopulation“. (ROTH 2010, RAUBER UND LINK 2011)</p>
---------	-----------	---

#### 5.1.1.3 Trockenstresstoleranz

Innovation- 28145.059-10, 28145.060-10, 28145.061-10	2011-2014	<p><b>„Vorbereitung einer markergestützten Verbesserung der Trockenstress-Toleranz bei der Ackerbohne“</b></p> <p>Vorbereitung einer markergestützten Verbesserung der Trockenstress-Toleranz bei der Ackerbohne (Göttinger Winterackerbohnen-Population) (FISA 2012)</p>
---	-----------	---



## 5.1.2 Erbse

## 5.1.2.1 Winterfestigkeit

02OE566	2002-2003	<p><b>„Prüfung verschiedener Herkünfte von Wintererbsen auf ihre Anbaueignung im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Prüfung verschiedener Herkünfte von Wintererbsen auf ihre Anbaueignung im ökologischen Landbau (URBATZKA ET AL. 2003).</p>
02OE451/1	2002-2004	<p><b>„Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau – Teilprojekt 1“</b></p> <p>3 Wintererbsen-Typen (EFB33 und Assas (Bletttypen) und Iceberg (halbblattlos) in 20 Naturlandbetrieben in Deutschland ausgesät (VOGT-KAUTE 2004).</p>
03OE074	2004-2008	<p><b>„Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau“</b></p> <p>Prüfung der Anbaueignung von vier normalblättrigen Wintererbsen aus der Genbank Gatersleben mit drei Wintererbsensorten (cv. Assas, Cheyenne, Spirit, EFB 33) und einer Sommererbse (cv. Santana) in Rein- und Gemengesaat.</p> <p>Bis auf die Sorte EFB 33 und die Genbankherkünfte wiesen alle übrigen modernen Wintererbsensorten keine ausreichende Winterhärte auf.</p> <p>Die Wintererbse schnitt relativ besser ab als die Winterackerbohne. (URBATZKA ET AL. 2008)</p>
09OE078 und 10OE008	2010-2013	<p><b>„Entwicklung von Wintererbsenprototypen (<i>Pisum sativum</i> L.) im Gemenge unter ökologischer Bewirtschaftung“</b> und</p> <p><b>„Entwicklung von Wintererbsenprototypen (<i>Pisum sativum</i> L.) im Gemenge unter ökologischer Bewirtschaftung“</b></p> <p>Ziel ist die Erweiterung des Sortenspektrums in Richtung Winterhärte (Wintererbsenprototypen) und nachhaltige Sicherung des Anbaus durch Selektion unter ökologischen Anbaubedingungen.</p> <p>Bevorzugte Entwicklung winterfester, halbblattloser, weiß- und buntblühender, standfester und determinierter Pflanzentypen.</p>

		<p>Eignung im Gemenge mit unterschiedlichen Getreide- und Ölfrüchten.</p> <p>Die Forschungsarbeiten stehen kurz vor der Entwicklung von Wintererbsen-Prototypen. (BLE 2012H, BLE 2012I)</p>
06OE135	seit 2008	<p><b>„Netzwerk Ökologische Pflanzenzüchtung: Möglichkeiten und Methoden, Grenzen zwischen klassischen und „gentechnischen“ Züchtungsmethoden, partizipative Pflanzenzüchtung“</b></p> <p>Aufbau und Etablierung eines Netzwerkes zur Züchtung für den Öko-Landbau mit Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Wissenschaft, Verbände, Initiativen, Beratern, Praktikern) u.a. für die Wintererbse.</p> <p>Durch das Netzwerk wurde der Anbauumfang von Wintererbsen erhöht, sowie die Forschung im Hinblick auf die Gemengeanbaueignung und phytopathologische Aspekte im Anbau von Wintererbsen angespornt. Ein konventioneller Züchter (NPZ Lembke KG) wurde u.a. auch durch die Aktivitäten des Netzwerks ange-regt, sich im Bereich Wintererbsen zu engagieren.</p> <p>Die Firma BSV Saaten wurden durch die Aktivitäten um die Sorte EFB33 innerhalb des Netzwerkes ange-regt, die Sorte „Arkta“ als EU-Sorte anzumelden. (WILBOIS ET AL. 2012)</p>

#### 5.1.2.2 Entwicklung virusresistenter Erbsen

94HS008a 94HS008b	1994-1998	<p><b>(„Transgene Erbsen – Berücksichtigung alternativer Strategien zur Etablierung einer stabilen, genetisch vermittelten Resistenz gegenüber PSbMV-Infektionen“;</b></p> <p>Es liegen keine Ergebnisse vor.</p>
----------------------	-----------	---

## 5.1.2.3 Wertbestimmende Inhaltsstoffe bei Ackerbohnen und Erbsen

05OE024	2008-2010	<p><b>„Selektion auf Methioninreichtum bei heimischen Leguminosen (<i>Vicia faba</i>, <i>Pisum sativum</i> und <i>Lupinus angustifolius</i>)“</b></p> <p>Es konnten keine erfolgreichen phänotypischen Selektionskriterien entwickelt werden, um Pflanzen mit methioninreichen Samen bei den heimischen Leguminosen (<i>Vicia faba</i>, <i>Pisum sativum</i> und <i>Lupinus angustifolius</i>) zu identifizieren.</p> <p>Die Methodik des Et-Tests (Keimwurzellänge in Ethionin) wurde erfolgreich entwickelt.</p> <p>Die aus der Literatur bekannte negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und relativem Methioningehalt konnte bestätigt werden.</p> <p>Auf Basis der natürlichen Variabilität des Methioningehaltes erscheint die Züchtung von methioninreichen Körnerleguminosen mit dem bestehenden Sortiment erfolgversprechend. (SCHUMACHER UND PAULSEN 2010)</p>
03OE074	2004-2008	<p><b>„Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau“</b></p> <p>Die <u>Rohproteingehalte</u> der normalblättrigen Wintererbsen (EFB33, vier Herkünfte) lagen bei 25 – 28% in der TM.</p> <p>Im Vergleich zur Sommererbse wurden bei EFB33 und den vier Wintererbsenherkünften signifikant höhere Gehalte beim Lysin, Tryptophan und Arginin gefunden.</p> <p>Bei diesen Wintererbsen wurde mit 2-4 mg/g eine etwa doppelt so hohe Trypsininhibitoraktivität als bei der Sommererbse gefunden.</p> <p>Der Gehalt an kondensierbaren Tanninen war mit etwa 0,5-3% in der TM deutlich höher als bei der nahezu tanninfreien Sorte Santana. (URBATZKA ET AL. 2008)</p>

28154.078-10	2011-2014	<p><b>„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung,,</b></p> <p><b>Arbeitspaket 1: Strategien zur Züchtung und Produktion flavonoidangereicherter Körnerleguminosen</b></p> <p><b>Teilprojekt „Selektion von Kandidaten zur Auswahl von Genotypen, Bereitstellung von Sorten sowie Produktion von standardisierten Partien für Inhaltsstoffuntersuchungen“</b></p> <p>(ROHN UNVERÖFFENTLICHT).</p>
28154.073-10	2011-2014	<p><b>„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung,,</b></p> <p><b>Arbeitspaket 1: Strategien zur Züchtung und Produktion flavonoidangereicherter Körnerleguminosen</b></p> <p><b>Teilprojekt „Strategien zur Züchtung und Produktion flavonoidangereicherter Körnerleguminosen“</b></p> <p>(ROHN UNVERÖFFENTLICHT).</p>

## 5.2 Optimierung der pflanzlichen Erzeugung (Pflanzenbau)

### 5.2.1 Mischfruchtanbausysteme

#### 5.2.1.1 Gemenge

02OE221	2002-2003	<p><b>„Fertigen einer Broschüre zum Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau für die ländliche Praxis“</b></p> <p>Broschüre zum Anbau von Gemengen von Feldfrüchten für die ackerbauliche Nutzung für die landwirtschaftliche Praxis erstellt (HOF UND RAUBER 2003), abrufbar über <a href="http://www.uni-goettingen.de/de/40486.html">http://www.uni-goettingen.de/de/40486.html</a></p>
03OE050	2004-2006	<p><b>„Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemenganbau mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne (Hiverna) oder Wintererbse (Cheyenne) erzielte hohe Backqualitäten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Kornqualitäten mit bis zu 15,4 % RP (Ackerbohnen), positiv korreliert mit dem RP-Gehalt waren Feuchtglutengehalt, SDS-Sedimentationswert, Mikro-Rapid-Mix-Test,</li> <li>- Gemenge erzielte meistens einen relative Mehrertrag (RYT) als ihre Reinsaaten,</li> <li>- N-Transfer von bis zu 10,2 bzw. 13,1 kg N/ha (Ackerbohnen/Erbsen),</li> <li>- Nachfrucht Roggen reagierte positiv auf die Leguminosenvorfrucht.,</li> <li>- Weizenreinsaat &lt; Gemenge ≤ Leguminosenreinsaat,</li> <li>- Deckungsbeitrag der Gemenge lagen deutlich über den Reinsaaten von Weizen und Erbsen,</li> </ul> <p>veröffentlicht in Beraterrundbrief (HOF UND SCHMIDTKE 2007, HOF-KAUTZ ET AL. O.J.).</p>
03OE074	2004-2008	<p><b>„Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau“</b></p> <p>Für eine Nutzung zur Grünernte sind Wintererbsenreinsaaten (verschiedene Genotypen) mit einer Aussaat Mitte September aufgrund der signifikant besseren Qualitäten (ca. 5,5 MJ NEL und 15 – über 20% RP in</p>

		<p>TM) dem Gemengeanbau mit Roggen vorzuziehen. Der Ertrag normalblättriger Wintererbsen lag zwischen 30 – 80dt TM/ha.</p> <p>Für den Korndrusch ist das Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge aufgrund der geringen Beikrautproblematik und der deutlich höheren Gesamterträge zu bevorzugen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gute Stützwirkung durch Roggen,</li> <li>- Aussaat ab Ende September zum Zeitpunkt der „normalen“ WR-Saat in Nordhessen wahrscheinlich am günstigsten. (URBATZKA ET AL. 2008)</li> </ul>
08OE004-08OE009; 11OE080-11OE085	2008-2011  2012-2013	<p><b>„Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“</b></p> <p>Winterweizen reagiert im Mischanbau mit Wintererbse mit höheren RP-Gehalten (+ 1,5%) bei gleichen Erträgen.</p> <p>Kein Einfluss der Aussaatstärke der Erbsen auf den Weizenertrag.</p> <p>Problemlose Trennung des Gemenges nach dem Drusch durch gute Saatgutreinigung. (WILBOIS UND SCHMIDTKE 2009, HILDEBRAND 2012)</p>

## 5.2.1.2 Untersaaten in Ackerbohnen und Erbsen

03OE100	2004-2007	<p><b>„Ausweitung des Anbaukonzeptes Weite Reihe bei Winterweizen auf Roggen, Hafer, Raps und Körnererbsen. Eine pflanzenbauliche und betriebswirtschaftliche Untersuchung unter Berücksichtigung der Vorfruchtwirkungen</b></p> <p>Prinzip „Weite Reihe“ (Hauptfrucht mit 50 cm RA und Einsaat von Leguminosen in Reihenzwischenräume) für Körnererbsen nicht abschließend geklärt. (BECKER UND LEITHOLD 2007)</p>
08OE146	2008-2011	<p><b>„Leistungen legumer Untersaaten in Körnererbsen: Unkrautunterdrückung, symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung und N-Vorfruchtwirkung in Systemen differenzierter Grundbodenbearbeitung“</b></p> <p>Das Einbringen einer Erdkleeuntersaat in Körnererbse ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht aufgrund hoher Saatgutkosten und geringer Effekte durch die Untersaat kurzfristig nicht sinnvoll. (KÖPKE ET AL. 2011)</p>
91HSS016, 91HS016/a	1993-1996	<p><b>„Umweltverträglicher Anbau von Körnerleguminosen (Ackerbohnen) zur Extensivierung der Pflanzenproduktion durch Untersaaten von Gräsern für die Herbst- und Winterbegrünung, zur Verminderung des Nitrataustrages, zum Schutz des Bodens und des Grundwassers sowie Untersuchungen zur Integration und Bewertung in Anbausystemen“</b></p> <p>Grasuntersaaten (Knautgras, Deutsches Weidegras, Rotschwengel) in Ackerbohnen beeinflussten nicht die Ertragsleistung der Deckfrucht.</p> <p>In der oberirdischen Pflanzenmasse der Grasuntersaaten wurden 20-30 kg/ha N gebunden.</p> <p>Das Knautgras entleerte das Bodenprofil am stärksten. Ertragswirksamkeit der Grasuntersaaten bis zur dritten Nachfrucht (N-Wirkung).</p> <p>Aufgrund der langsamen Mineralisation des N aus Untersaat traten in der ersten Nachfrucht Ertragsverluste auf, daher beim Winterweizen an das Ertragsniveau angepasste N-Gaben erforderlich, bei Körnermais Vorverlegung des Umbruchtermins der Untersaat und Zusatzdüngung.</p> <p>Positive Ertragswirksamkeit der Untersaaten in der 2.</p>

		und 3. Nachfrucht. (LÜTKE ENTRUP ET AL. 1998, GRÖBLINGHOFF ET AL. 2001)
03OE180	2004-2007	<p><b>„Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkraudruckes im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Grasuntersaaten (Deutsches Weidelgras, Knautgras) in Körnerleguminosen (Erbse, Lupine)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sind auch auf zu Frühjahrstrockenheit neigenden Standorten Brandenburgs eine effektive und sichere Maßnahme zum Schutz vor N-Austrägen und Erosion,</li> <li>- zeigen eine deutlich unkrautunterdrückende Wirkung in der Nachernteperiode,</li> <li>- zeigen einen im Vergleich zu Winterrübsen-Zwischenfrucht negativen Vorfruchteffekt bei Hafer von bis zu 10 dt/ha empfohlen wird eine organische Düngung vor Umbruch der Untersaat im ökologischen Landbau</li> <li>- Weißklee als Mischungspartner konnte nicht etabliert werden</li> <li>- Empfohlen wird das Exaktverteilen (Einstreuen und Eintriegeln) in BBCH 13-19 der KL mit 8-10 kg/ha Saatstärke (BACHINGER ET AL. 2007)</li> </ul>

#### 5.2.1.3 Ackerbohnen und Erbsen als Beisaat/Untersaat oder Zwischenfrucht bzw. zur Ganzpflanzenernte

03OE180	2004-2007	<p><b>„Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkraudruckes im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Ertragseffekte der legumen Beisaaten von bis zu 5 dt/ha bei WW und bis zu 10 dt/ha bei WR in Bayern (im Gegensatz zu Brandenburg).</p> <p>Der bei Frühsaat beschriebene Verdünnungseffekt des RP-Gehaltes und der damit verbundenen verringerten Backfähigkeit kann durch gut entwickelte KL-Untersaaten in Getreide beträchtlich kompensiert werden.</p> <p>Schnellwüchsige Saatpartner bevorzugen, die nach dem Abfrieren weitgehend stehen bleiben (Ackerbohne, Lupine), oder sich nicht mattenartig auf den Hauptfruchtbestand legen (feinblättrige Sommerwicke) (BACHINGER ET AL. 2007).</p>
---------	-----------	--



03OE180	2004-2007	<p><b>„Neue Anbaustrategien zur Erhöhung der N-Effizienz und zur Reduzierung des Unkrautdruckes im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Legume Beisaaten in Winterraps bildeten Biomassen mit N-Gehalten bis zu 80 kg N/ha bei einer N<sub>2</sub>-Fixierung von 50 kg N/ha vor Winter.</p> <p>Schnellwüchsige Saatpartner bevorzugen, die nach dem Abfrieren weitgehend stehen bleiben (Ackerbohne, Lupine), oder sich nicht mattenartig auf den Hauptfruchtbestand legen (feinblättrige Sommerwicke).</p> <p>Entwicklung einer Technik zur simultanen Ansaat von Winterraps und Beisaat in getrennten Reihen mit angepasster Saatmenge und –tiefe. (BACHINGER ET AL. 2007)</p>
98UM108/1, 98UM108/2	2001-2004	<p><b>„Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht zur Reduzierung von Umweltgefährdungen und Anbauproblemen bei Optimierung der Erträge“</b></p> <p>Praxisreife Entwicklung des Anbausystems „Graß/Scheffler“ mit Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht.</p> <p>Aussaat der Wintererbse (EFB33, eigene Vermehrung, Harkada) in Reinsaat oder in Gemenge mit Winterroggen und Ganzpflanzenernte als Futter oder Co-Fermentat für Biogasanlagen, anschließend Direktsaat von Mais. (GRAß 2002, GRAß UND SCHEFFER 2003, GRAß ET AL. 2004)</p>
05NR140	2007-2010	<p><b>„Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für die Biogasproduktion im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Die vor Energiemais gesäten Winterzwischenfrüchte (Varianten: Winterackerbohnen, Wintererbsen und Winterroggen sowie ihre Gemenge) erzielten im Mittel TM-Erträge von 34,4 dt/ha. Die höchsten Erträge mit 48 dt TM/ha erreichten die Winterackerbohnen-Winterroggen-Gemenge. Der Gesamtertrag aus den Winterzwischenfrüchten und dem Mais lag im Mittel bei etwa 170 dt TM/ha. Die Varianten übten wenig Einfluss auf den Gesamtertrag der Anbaufolge aus. (ROTH 2010, RAUBER UND LINK 2011)</p>

## 5.2.2 Pflanzenschutz

## 5.2.2.1 Schadinsekten

95HS045	1997-2000	<p><b>„Untersuchungen zur Reduzierung des Blattlausbefalls durch Mulchsaat in ackerbaulichen Kulturen mit Lückenindikation (Ackerbohne und Lupine)“</b></p> <p>Ergebnisse liegen nicht vor (BLE2011)</p>
02OE088	2002-2003	<p><b>„Einsatz von <i>Trichogramma</i>-Schlupfwespen gegen den Erbsenwickler <i>Cydia nigricana</i>, die Lauchmotte <i>Acrolepiopsis assectella</i>, Eulenfalter und andere Schadlepidopteren zur Lösung von Pflanzenschutzproblemen im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Bei mehr als 40% Erbsenwicklerbefall lag der Bekämpfungserfolg beim Einsatz von <i>Trichogramma</i>-Arten bei 4-29%.</p> <p>Wirkungsgrade von bis zu 65% wurden bei geringem Erbsenwicklerbefall erreicht.</p> <p><i>Trichogramma brassicae</i> wird für weitergehende Untersuchungen empfohlen (BLE 2009)</p>
05OE025	2006-2008	<p><b>„Entwicklung eines situationsbezogenen Konzeptes zur Regulation des Erbsenwicklers in Gemüse- und Körnererbsen“</b></p> <p>Wesentliche Faktoren erarbeitet, die für eine Risikobewertung für den Erbsenwicklerbefall notwendig sind. Sie stellen eine Grundlage zur Modellierung eines Entscheidungshilfesystems dar.</p> <p>Die Kombination präventiver Maßnahmen (Sortenwahl, sehr frühe/sehr späte Aussaat KE) mit dem Einsatz von Spruzit war wirkungsvoll, bei hoher Ausgangspopulation des Erbsenwicklers aber nicht ausreichend für eine ausreichende Regulierung. (THÖMING ET AL. 2008)</p>

## 5.2.2.2 Pilzliche, bakterielle Erreger, Virose

UFOP 527/982	1998-2000	<p><b>„Entwicklung und Anwendung von Prognosemodellen zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Körnerleguminosen“</b></p> <p>Erfolgreiche Entwicklung und Anwendung eines Prognosesystems zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Ackerbohnen und Körnererbsen (proPlant) (JOHNEN ET AL. 2002, LÜTKE ENTRUP ET AL. 2002).</p> <p>Eine zeitnahe Entwicklung des Prognosesystems für eine Anwendung in der Praxis ist möglich (VOLK 2013).</p>
03OE024	2004-2007	<p><b>(„Untersuchung ackerbaulicher Probleme langjährig ökologisch wirtschaftender Betriebe: Kooperationsmodell Praxis – Beratung – Wissenschaft“</b></p> <p>Eindeutige Identifizierung von „Schäden bei Körnererbsen“ in der Praxis oft nicht möglich, Hinweise auf Ursachenkomplex aus <i>Ascochyta</i>-, <i>Fusarium</i>-Arten sowie starke Bodenverdichtungen/ Stau-nässe.</p> <p>Kein klarer Zusammenhang gefunden zwischen Auftreten der Schaderreger mit Grad der Erbsenschädigung oder Erbsenanteil in der Fruchtfolge.</p> <p>Schaderregerbesatz des Saatgutes mit <i>Ascochyta</i>-Arten vor allem von Nachbau-Partien, aber auch von Basis-, Z-Saatgut (SCHMIDT 2007).</p>
03OE127/2 03OE127/3	2004-2007	<p><b>„Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Zwar konnte nach Feuchtheißluft <i>Ascochyta pisi</i> an Erbsensaatgut reduziert werden (80% Wirksamkeit), jedoch war die Wirkung nicht ausreichend. (WILBOIS ET AL. 2007, JAHN ET AL. 2007)</p>

<p>UFOP 525/051, MUNLV A21.30.04.01</p>	<p>2005-2007</p>	<p><b>„Pilzkrankheiten in Körnerfuttererbsen (<i>Pisum sativum</i> L.) – Diagnose, Epidemiologie, Ertragsrelevanz und Bekämpfung“</b></p> <p>Bundesweites Monitoring erfasst Pathogenspektrum in Bayern, NRW, Sachsen, Sachsen-Anhalt)</p> <p><u>Befall des Blattapparates:</u></p> <p><i>Peronospora pisi</i>, <i>Ascochyta pinodes</i>: In Feldversuchen zeigte <i>P. pisi</i> nur eine geringe Ertragsrelevanz. Der Befall mit <i>A. pinodes</i> in einer engen Erbsenfruchtfolge führte zu 15% Ertragsminderung.</p> <p><i>Botrytis cinerea</i>: Der Befall lag zwischen 15 % (trockenes Jahr) und 70% (feuchte Bedingungen). Ein bis zu 45% höherer Ertrag durch die Kontrolle von <i>B. cinerea</i> ist evtl. möglich.</p> <p><i>Uromyces pisi</i> trat mit durchschnittlich 34% Häufigkeit auf. Über den Einsatz rostwirksamer Fungizide in Bayern und Sachsen-Anhalt konnte der Ertrag bis zu 43% gesteigert werden.</p> <p><i>Sclerotinia sclerotiorum</i>: <i>S. sclerotiorum</i> wurde an 11,5 % der Monitoring-Proben bonitiert. Ein bis zu 30% höherer Ertrag durch die Kontrolle von <i>S. sclerotiorum</i> ist ggfs. möglich.</p> <p><i>Ascochyta pisi</i> und <i>Erysiphe pisi</i> wurden nur in 2007 und an wenigen Proben festgestellt.</p> <p><u>Befall der Wurzel- und Stängelbasis:</u></p> <p>Befallshäufigkeit mit <i>Fusarium</i>-Arten im Jahr mit trockenem Frühjahr und nassem Sommer höher. Der in der Literatur häufig beschriebene Ertrags- und Pflanzenverlust durch <i>F. oxysporum</i> und <i>F. solani</i> wurden in den Versuchen nicht bestätigt. Der durchschnittliche Pflanzenbefall lag bei <i>Fusarium redolens</i> bei 60,5 %, bei <i>Fusarium avenaceum</i> bei 50,3 %, <i>Fusarium oxysporum</i> bei 42 % und <i>Fusarium solani</i> bei 28%.</p> <p><i>Phoma medicaginis</i> var. <i>pinodella</i> wurde an durchschnittlich 55% der Pflanzen gefunden. Durch eine Kombinationsbeize konnte der Ertrag in den Feldversuchen um 10% gesteigert werden.</p>
---	------------------	---

		<p>In Klimakammerversuchen zeigten <i>F. avenaceum</i> und <i>Phoma medicaginis</i> var. <i>pinodella</i> die höchste Virulenz und führten häufig zu einem Absterben der Pflanzen.</p> <p><i>Ascochyta pinodes</i> wurde nur in einem der Jahre an 35% der Proben bonitiert (PFLUGHÖFT ET AL. 2009).</p>
08OE004- 08OE009 11OE080- 11OE085	2008-2001  2012-2013	<p><b>„Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“</b></p> <p>Positive Wirkung von Grüngutkompost/Bioabfallkompost gegen bodenbürtige Pilze im Öko-Landbau</p> <p>Anwendungen von 5 t TM Kompost als Reihenapplikation zu Erbsen führten zu einem geringeren Befall mit Pilzkrankheiten (<i>Ascochyta</i>-Komplex) und zu Ertragssteigerungen von 10-15%.</p> <p>Speziell für Erbsen wird ein System der Reihenapplikation von Komposten in die Saatreihe der Erbsen entwickelt. (BRUNS UND SPIEGEL 2012)</p>

### 5.2.2.3 Unkräuter

08OE004- 08OE009 11OE080- 11OE085	2008-2001  2012-2013	<p><b>„Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“</b></p> <p>Der mit der Kreiselegge eingearbeitete Grünguthäcksel (mit hohem Nadelholzanteil) in Ackerbohnen zeigte im Vergleich zu anderen organischen Düngern die beste Unkraut reduzierende Wirkung (WILBOIS UND SCHMIDTKE 2009).</p>
06OE126	2007-2008	<p><b>„Quantifizierung der Ertragswirksamkeit betriebsüblicher Verunkrautung beim ökologischen Anbau von Gemüseerbsen für die industrielle Verarbeitung“</b></p> <p>Zusammenhang zwischen einem hohen Unkrautbesatz und der damit verbundenen schlechteren Durchlüftung der Erbsenbestände und der Ausprägung der Schäden von Fußkrankheiten wurden beobachtet.</p> <p>Unkrautbedingte Ertragsverluste in der Praxis lagen zwischen 0-49% (im Vergleich zu manuell unkrautfrei gehaltene Bestände). (LABER 2009)</p>

## 5.2.3 Pflanzenernährung, Düngung

08OE147	2008-2011	<p><b>„Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit“ – Teilprojekt 4: „Nährstoffversorgung zur Optimierung der N<sub>2</sub>-Fixierung und Produktivität von Körnerleguminosen“</b></p> <p>Anpassung und Entwicklung von DRIS-Normen sowie der CNL für Ackerbohnen (Gesamtnährstoffgehalt C, N, K, P, Ca, MG, S, Fe. Zn. Mn, Cu, B, Mo). Die Mangelsituationen, die DRIS anzeigte, stimmten weitgehend mit CNL-Werten aus der Literatur überein: CNL für P und Mg nach unten korrigiert (P: 2,5 g/kg TM, Mg: &lt; 1,6 g/kg TM). (KÖPKE ET AL. 2011)</p>
08OE147	2008-2011	<p><b>„Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit“ – Teilprojekt 4: „Nährstoffversorgung zur Optimierung der N<sub>2</sub>-Fixierung und Produktivität von Körnerleguminosen“</b></p> <p>Gärrückstand, Kompost, Traubentrester eignen sich gleichermaßen gut als K-Quelle für Ackerbohnen. Mo-Düngewirkung nur bei Kompost. Nur veraschtes Fleischknochenmehl (im Vergleich zu Fleischknochenmehl, Rohphosphat) erhöhte den Korn-ertrag der Ackerbohnen um das 3-fache gegenüber der Kontrolle ohne P-Düngung. Superphosphat erhöhte den Kornertrag um das 5,5-fache. 35 kg S/ha über Kaliumsulfat erhöhte den AB-Ertrag um das 1,7-fache und den N-Gehalt um 10%. S-Düngung steigerte die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der AB um schätzungsweise 200 kg N<sub>2fix</sub>/ha. (KÖPKE ET AL. 2011)</p>
11OE110 11OE111	2012-2014	<p><b>„Wirkung verschiedener Verfahren der Schwefel-düngung auf Ertragsleistung und Vorfruchtwert von Körnerleguminosen im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Wirkung verschiedener Verfahren der S-Düngung auf Ertragsleistung, Vorfruchtwert und Deckungsbeitrag von AB, KE, Lupine (BLE 2012A).</p>
02OE424	2002-2004	<p><b>„Phosphat-Mobilisierung durch Haupt- und Zwischenfrüchte nach Düngung von weicherdigem Rohphosphat im ökologischen Landbau“</b></p> <p>Die P-Aufnahme von Spinat (P-aneignungsineffizient)</p>

		<p>war in einer Fruchtfolge mit Weißlupine und Ackerbohne (P-aneignungseffizient) höher als nach Sommerweizen.</p> <p>Im Vergleich zum Rohphosphat erreichten die mit Thomasphosphat gedüngten Varianten bessere Erträge bei höherer P-Aufnahme. (STEFFENS ET AL. 2004)</p>
02OE169	2002-2003	<p><b>„Umsatz und Wirkung vegetabiler Düngemittel im ökologischen Gemüsebau“</b></p> <p>Ackerbohnen stellen potenziell eine sehr geeignete Kultur für die hofeigene Samendüngerproduktion (Ackerbohnschrot) dar. Die geringere Wirksamkeit im Vergleich zu anderen vegetabilen Düngemitteln muss durch höhere Dosierungen ausgeglichen werden. (MÜLLER UND VON FRAGSTEIN UND NIEMSDORFF 2003)</p>
03OE179	2004-2006	<p><b>„Ertrag und Qualitätseigenschaften von Sommerweizen und Kartoffeln bei organischer Düngung tierischer Herkunft (Rottemist) und pflanzlicher Herkunft (Ackerbohnschrot)“</b></p> <p>Keine allgemeine Empfehlung für Ackerbohnschrot als Alternative zum Rottemist in Kartoffeln und Sommerweizen, weil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corg-Gehalt des Bodens signifikant niedriger, sein Magnesiumgehalt tendenziell geringer;</li> <li>- kein Unterschied bei den Nitratgehalten im Boden ;</li> <li>- die Kartoffel-Erträge gleich; Weizen ergab mit Ackerbohnschrot (ohne Präparate) 4 dt/ha Mehrertrag bei niedrigerem RP- und Klebergehalt;</li> <li>- die Asche- und Kaliumgehalte der vegetativen Pflanzenmasse (Stroh, Kartoffelknollen) geringer;</li> <li>- die Zerfallsneigung der Kartoffeln (Extinktion des Extraktes) höher. (Raupp 2006)</li> </ul>

## 6 Forschungsfeld „Ressourcenschutz“

### 6.1 Bodenfruchtbarkeit (Boden und Wasser)

08OE020	2008-2011	<p><b>„Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit“ – Teilprojekt 1: Mulchsaat von Ackerbohnen (<i>Vicia faba L.</i>) im Ökologischen Landbau</b></p> <p>Verfahren der temporären Direktsaat von AB in Strohmulch (Mindestmenge 4-5 t Stroh/ha) ist bei geeigneten Standortbedingungen insbesondere bei geringem Unkrautdruck mit perennierenden Arten für den Öko-Anbau wirtschaftlich.</p> <p>Anbaurisiko der temporären Direktsaat bei Erbsen erhöht. (KÖPKE ET AL. 2011)</p>
08OE145	2008-2011	<p><b>„Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit“ – Teilprojekt 2: Nichtlegumer Zwischenfruchtanbau und reduzierte Bodenbearbeitung zur Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierleistung von Ackerbohnen - N-Flüsse, Unkrautregulierung und Energieeffizienz</b></p> <p>Eine möglichst hohe absolute N<sub>2</sub>-Fixierung wird durch den Kornertrag der Ackerbohnen determiniert.</p> <p>Über den Anbau von nichtlegumen Zwischenfrüchten (hier Hafer-Sonnenblumen-Gemenge) kann der Nmin-Vorrat des Bodens entleert und die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung der Ab gesteigert werden.</p> <p>Bodenbearbeitung (Pflug, Mulchsaat) zeigt keinen signifikanten Einfluss auf die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der AB. (KÖPKE ET AL. 2011)</p>
08OE004- 08OE009 11OE080- 11OE085	2008-2011  2012-2013	<p><b>„Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“</b></p> <p>Interdisziplinäres Projektkonsortium mit sechs Arbeitsgruppen,</p> <p>Fragestellung: welche Maßnahmen können viehlose, viehschwache ökologisch wirtschaftende Betriebe ergreifen, um Bodenfruchtbarkeit und Ertragsleistung ihrer Ackerflächen zu steigern,</p> <p>je 8 Praxisbetriebe in 4 bodenklimatisch unterschiedlichen Großregionen, überwiegend AZ &lt; 50</p>



		(WILBOIS UND SCHMIDTKE 2009). Internetseite: <a href="http://www.bodenfruchtbarkeit.org">www.bodenfruchtbarkeit.org</a>
11OE002	2011-2014	<b>TILMAN-ORG: Reduzierte Bodenbearbeitung und Gründüngung im ökologischen Ackerbau</b> Entwicklung eines verbesserten Nährstoffmanagements (insbes. N) in Anbausystemen mit reduzierter Bodenbearbeitung durch effiziente Nutzung von Gründüngung (u.a. legume ZF). Daten für das Boden-Pflanze-Modell (NDICEA). Teil des europäischen ERA-Net-Projektes Core Organic II. (HAASE ET AL. 2013)
11OE001	2011-2014	<b>„Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Struktur und Funktion der Bodenmikroflora“</b> Fragestellung: wie wird die Verteilung und Aktivität von Bodenlebewesen durch reduzierte Bodenbearbeitung und den Einsatz von Gründüngung unter verschiedenen Klima- und Bodenbedingungen beeinflusst ? Teil des europäischen ERA-Net-Projektes Core Organic II. (BLE 2012J)

## 6.2 Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft

Keine Forschungsprojekte

## 6.3 Mitigation und Adaption an den Klimawandel

10HS012	2010-2013	<b>„Klimaorientierte Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft (optimierter Klimabetrieb)“</b> On-Farm-Systemvergleich mit der Fragestellung, welche Möglichkeiten konventionell wirtschaftenden Betrieben zur Verfügung stehen, einerseits einen effektiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und andererseits sich selbst auf die Folgen des Klimawandels einzustellen. Integration von Ackerbohnen mit 12,5 % Fruchtfolgeanteil. (SCHÄFER ET AL. 2010, SCHÄFER ET AL. 2011)
FNR22402211	2012-2015	<b>„Senkung der THG-Emissionen in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zur Erzeugung von Biokraftstoffen durch Leguminosenanbau und produktionstechnische Maßnahmen“</b> Pflug, pfluglos (GURGEL 2012).

## 7 Forschungsfeld „Sozioökonomie“

### 7.1 Systemorientierte Kosten-Leistungsrechnung

00HS017/1 – 00HS017/4	2001-2005	<p><b>„Bewertung von neuen Systemen der Bodenbewirtschaftung in erweiterten Fruchtfolgen mit Körnerraps und Körnerleguminosen“</b></p> <p>Erfolgsmaßstab „Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung“ (DAL) aus der Vollkostenanalyse entwickelt</p> <p>Kalkulation der Kostensenkungspotenziale erweiterter Fruchtfolgen bei pflugloser Bodenbearbeitung unter Einbeziehung heimischer KL</p> <p>Aufgelockerte, pfluglos bestellte Bewirtschaftungssysteme (KL, Blattfrüchte) zeichnen sich auch bei steigenden Marktpreisen auf Grenzstandorten des Stoppelweizenanbaus durch hohe Stabilität aus. (SCHNEIDER UND LÜTKE ENTRUP 2006)</p>
281540.72-10	2011-2014	<p><b>„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung „</b></p> <p><b>Arbeitspaket 2: Evaluierung der Erfolgsfaktoren aktuell verbliebener Körnerleguminosen (Systemanalyse)</b></p> <p>Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Analyse von jeweils 10 landwirtschaftlichen Betrieben in typischen Anbauregionen der Lupine, Ackerbohne, Erbse (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).</p>

## 7.3 Marktentwicklung

28154.072-10	2011-2014	<p><b>„LeguAN - Innovative und ganzheitliche Wertschöpfungskette für funktionelle Lebens- und Futtermittel aus heimischen Körnerleguminosen vom Anbau bis zur Nutzung „</b></p> <p><b>Arbeitspaket 2: Evaluierung der Erfolgsfaktoren aktuell verbliebener Körnerleguminosen (Systemanalyse); Teilprojekt „Analyse erfolgreicher Verwertungswege“</b></p> <p>Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung heimischer Körnerleguminosen in der Humanernährung und Abschätzung möglicher Absatzpotenziale (ROHN UNVERÖFFENTLICHT).</p>
--------------	-----------	--