

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingungen: Vergleich zwischen ‚besten‘ reiner Linie und genetisch breiter Population am Beispiel Sommer- und Winterackerbohne

Genetic adaptation to local and organic agronomic conditions: comparison between ‘best’ pure line and ‘best’ genetically wide population, taking spring and winter faba bean as example

FKZ: 03OE438

Projektnehmer:

Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenzüchtung
Von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen
Tel.: +49 551 39-4362
Fax: +49 551 39-4601
E-Mail: wlink@gwdg.de
Internet: <http://www.uni-goettingen.de>

Autoren:

Ghaouti, Lamiae; Vogt-Kaute, Werner; Link, Wolfgang

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Umfassender Abschlußbericht

Juni 2007

Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Pflanzenzüchtung
Von Siebold 8, 37075 Göttingen

514-43.10/03OE438 (Folgeprojekt von 02OE451/1+2)

**Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingun-
gen: Vergleich zwischen ‚besten‘ reiner Linie und genetisch
breiter Population am Beispiel Sommer- und Winterackerboh-
ne**

Laufzeit: 15. Januar 2004 – 31. März 2007
Berichtszeitraum: 1. März 2004 – 31. März 2007

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

Werner Vogt-Kaute, Naturland e.V.
Kleinhadernerweg 1, 82166 Gräfelfing

**Genetische Adaption an lokale, ökologische Anbaubedingungen:
Vergleich zwischen ‚bester‘ reiner Linie und genetisch breiter
Population am Beispiel Sommer- und Winterackerbohne**

Die Fababohne (*Vicia faba* L.) ist als Körnerleguminose eine 'low input'-Frucht, die gut zur ökologischen Landwirtschaft passt und die dem ökologischen Anbausystem eine Reihe von Vorteilen gibt (z.B. ‚break crop‘, positive N-Bilanz, Unkraut-Unterdrückung). Der Einsatz von Chemikalien in der konventionellen Landwirtschaft mildert dort teilweise die Auswirkungen von Umweltschwankungen auf die Feldfrucht. In der ökologischen Landwirtschaft ist es sehr wichtig, genetische Variation zu nutzen als Mittel, um mit den agroökologischen und umweltbedingten Schwankungen umzugehen, um das Risiko eines Anbau-Misserfolges zu vermindern. Deswegen benötigt die ökologische Landwirtschaft Sorten, die besonders an die ökologischen Bedingungen angepasst sind.

Die hauptsächlichen Ziele dieser Studie waren: (1) lokal angepasste Ackerbohnen-Sorten für einige ökologische Bauernhöfe in Deutschland zu entwickeln, und dazu den partizipativen Ansatz zu wählen, (2) eine lokale mit der üblichen, überregionalen Pflanzenzüchtung zu vergleichen, und Inzuchtlinien mit synthetischen Sorten als Sortentyp für die ökologische Landwirtschaft zu vergleichen, (3) die Wirkung von Heterogenität des Inzuchtstatus und der Wuchshöhe auf die Konkurrenz zwischen Fababohnen-Genotypen abzuschätzen und schließlich (4) die Konkurrenzkraft zwischen Unkraut und Ackerbohnen-Genotypen zu prüfen, wenn die Bohnen sich in ihrer Heterozygotie, Heterogenität und Wuchshöhe kontrastierend unterscheiden.

Für das erste Ziel wurden 49 Sommerbohnen-Genotypen und 56 Winterbohnen-Genotypen mit unterschiedlicher genotypischer Struktur (hoch und niedrig heterozygot bzw. heterogen) in Feldversuchen über vier ökologische Standorte und einen konventionellen Standort in Deutschland über die Jahre 2004, 2005 und 2006 geprüft. Das Material umfasste sowohl bei Winterboh-

nen als auch bei Sommerbohnen 18 Inzuchtlinien, ihre 18 Polycross-Nachkommenschaften, Polycross-Nachkommenschafts-Mischungen, Inzuchtlinien-Mischungen, eine F1-Hybriden-Mischung (Sommerbohnen) und Kontroll-Genotypen. Der Ertrag von synthetischen Sorten wurde aus dem Ertrag von Inzuchtlinien und ihren Polycross-Nachkommenschaften vorhergesagt. Für das zweite Ziel wurden die Resultate der genotypischen Leistung von Inzuchtlinien und Polycross-Nachkommenschaften von Sommerbohnen-Genotypen über diese fünf Orte und diese drei Jahre betrachtet. Für das dritte Ziel wurde ein Experiment über drei Jahre (2004, 2005, 2006) an einem Ort durchgeführt, wo geprüft wurden: eine hochwüchsige Hybride, eine hochwüchsige Hybriden-Mischung, eine kurze Hybriden-Mischen, eine hoch- und eine kurzwüchsige Inzuchtlinie, dieses in allen möglichen Zwei-Komponenten-Kombinationen des Typs „Linie plus Hybride“ und „Linie plus Linie“. Für jede Kombination wurde eine Serie von fünf Mischungs-Anteilen der je zwei Komponenten aufgestellt. Effekte aufgrund von Konkurrenz zwischen den Komponenten wurden auf der Ebene der Parzellen und auf der Ebene der einzelnen Komponenten erfasst. Was das vierte Ziel betrifft, so wurde ein Satz von 24 Genotypen, der aus verschiedenen genotypischen Strukturen zusammengesetzt wurde (acht Inzuchtlinien, acht Polycross-Nachkommenschaften, zwei Inzuchtlinien-Mischungen, zwei F1-Hybriden-Mischungen, vier Kontroll-Genotypen) unter zwei Behandlungen geprüft: mit Unkraut und ohne Unkraut. Die Konkurrenzkraft dieser Fababohnen-Genotypen gegenüber dem Unkraut wurden mit dem Modell-Unkraut *Camelina sativa* in zwei Orten in den Jahren 2005 und 2006 geprüft.

Die Resultate dieser Versuche zeigten, dass die Kriterien der Landwirte bei der züchterischen Auslese stark durch die biotischen und abiotischen Bedingungen beeinflusst war, denen die Ackerfrucht an dem jeweiligen Ort ausgesetzt war. Der Ertrag bildete für alle Partner ein wichtiges Merkmal für die Einschätzung der Genotypen. Unerwarteterweise wurden anscheinend eher homogene Genotypen als heterogene Genotypen von den Landwirten wertgeschätzt. Aufgrund der großen Genotyp x Orts-Interaktionen der ökologischen Anbauorte versprach eine lokale Züchtung höhere Selektionsgewinne und wäre offensichtlich effizienter 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 anpassungsfähig zu sein. Außerdem zeigte sich klar, dass Heterogenität für den Inzuchtstatut, eine Eigentümlichkeit von Fababohnen-Synthetiks, ein Vorteil ist und zu einer Erhöhung der Ertragsleistung führt. Heterogenität der Wuchshöhe im Fall von Inzuchtlinien wurde nicht als Vorteil für die Ertragsleistung gefunden. Mit der Heterozygotie der Genotypen stieg die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern, was durch die Hybriden-Mischungen gezeigt wurde, die die höchste Konkurrenzkraft hatten, wohingegen Inzuchtlinien am konkurrenzschwächsten waren. Es wurde innerhalb einer genotypischen Struktur (z.B. innerhalb der Gruppe der Inzuchtlinien) 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, obwohl einige Inzuchtlinien gefunden wurden, die gegen den Unkrautstress ebenso konkurrenzkräftig waren wie die teilweise heterozygoten und heterogenen Polycross-Nachkommenschaften und Kontroll-Genotypen.

Dennoch, über all die verschiedenen Aspekte dieser Studie erschien generell Heterozygotie und Heterogenität als notwendiges Charakteristikum einer Sorte, um zu den Bedingungen und Auflagen der ökologischen Landwirtschaft zu passen. Somit scheint die synthetische Sorte der angemessene Sortentyp zu sein, der den Erfordernissen der ökologischen Landwirtschaft entspricht.

Genetic adaptation to local and organic agronomic conditions: comparison between 'best' pure line and 'best' genetically wide population, taking spring and winter faba bean as example.

Faba bean (*Vicia faba* L.) as a grain legume is a low input crop that fits well to the organic farming and provides the organic cropping system with a number of advantages (e.g., break crop, positive N-balance, weed suppression). The use of chemical inputs in conventional farming partially buffers the effects of environmental variation on crops. In organic farming the use of genetic variation as a way to cope with agro-ecological, environmental variation and to reduce the risks of crop failure is of high importance. Therefore, organic farming requires cultivars that are specifically adapted to organic conditions. The main objectives of the present study were: (1) to develop locally adapted cultivars in faba bean for a set of organic farms in Germany through a participatory breeding approach, (2) to compare local *versus* formal breeding, and inbred line *versus* synthetic cultivars for organic farming, (3) to assess the effect of heterogeneity for inbreeding status and plant height on competition among faba bean genotypes and finally (4) to test the competitive ability against weeds of faba bean genotypes contrasting in their heterozygosity and heterogeneity and in their plant height.

To fulfill the first objective, 49 spring bean genotypes and 56 winter genotypes with different genotypic structures (more or less heterozygous and heterogeneous), were tested in field trials across four organic farms and one conventional site in Germany across 2004, 2005 and 2006. The material involved in case of spring beans as well as for winter beans, was composed from 18 inbred lines, their 18 polycross progenies, polycross progenies blends, inbred lines blends, one hybrids blend (spring beans) and checks. Yield performance of synthetic cultivars was predicted through the yield performance of inbred lines and their polycross progenies. For the second objective, data of the genotypic performance of inbred lines and polycross progenies of spring bean

genotypes over the five locations across the three years were considered. For the third objective, an experiment across three years (2004, 2005 and 2006) was conducted in one location where a tall hybrid, a tall hybrid blend, a short hybrid blend, a tall and a short inbred line were tested in all possible two component “line plus hybrid” and “line plus line” combinations. A sequence of five proportions of the two components was established per combination. Competition effects were recorded at both plot level and at the individual component level. Concerning the fourth objective, a set of 24 genotypes composed from different genotypic structures: eight inbred lines, eight polycross progenies, two inbred line blends, two hybrid blends and four checks were tested under two treatments with weeds and without weeds. The competitive ability of these faba bean genotypes against weeds was tested with a model weed *Camelina sativa* in two locations during two years (2005 and 2006).

The outcome of these experiments showed that farmer’s criteria of selection were strongly influenced by biotic and abiotic constraints faced by the crop in each location. Yield constituted for all partners an important trait for the evaluation of the genotypes. Unexpectedly, uniform rather than diverse genotypes were apparently appreciated by organic farmers. Due to the large genotype \times location interaction in organic locations, local breeding proved to generate higher gains from selection and was obviously more efficient than formal breeding. Despite the large variance among inbred lines available in local breeding which allowed a high gain from selection, highest yielding synthetics were superior in both breeding strategies to highest yielding inbred lines due to their partially expressed heterosis. Through their heterogeneity and heterozygosity, synthetic cultivars have the advantage to be more stable and adaptable across years to a given environment. Besides, heterogeneity for inbreeding status, a characteristic of faba bean synthetic cultivars, proved to be advantageous and led to an increase in yield performance. Heterogeneity in plant height in the case of inbred lines was not found to be favorable for yield performance. As heterozygosity increased in the genotypes, the competitive ability against weeds increased, shown by the hybrid blends which were the most competitive genotypes, whereas inbred lines were least competitive. No correlation was found between the yield performance of geno-

types and their competitive response within the genotypic structures (e.g., within lines). Competitive ability against weeds was improved by heterozygosity and high plant height, although some inbred lines were found to be as competitive to weed stress as the partially heterozygous and heterogeneous polycross progenies and checks.

However, through the different aspects of this study, generally heterozygosity and heterogeneity appeared to be the required characteristics in a cultivar in order to match the conditions and constraints of organic farming. Hence, the synthetic cultivar seemed to be the adequate type of cultivar fitting the requirement of organic farming.

1. Aufgabenstellung und Ziele

Vergleich von Inzucht-Linien mit ihrer genetisch breiten Ausgangspopulation bezüglich ihres agronomischen Wertes für fünf Standorte am Beispiel von Winter- und Sommer-Ackerbohnen, mit Zielrichtung ökologischer Landbau.

Im Detail:

Eine genetisch breite Population wird mit eine Stichprobe von Linien, die ihr entsprechen, verglichen. Unter diesen Linien findet man solche, die agronomisch besser als andere an die Gegebenheiten eines Standortes (Boden, Klima, Bewirtschaftungssystem) angepasst sind als andere Linien. Auch die Population enthält natürlich solche überlegene Genotypen; aber eben auch viele, die weniger gut angepasst sind. Bei der Ackerbohne (ca. 50% Fremdbefruchtung) steht diesem Nachteil der Population ihre Heterogenität und Heterosis (Hybridwüchsigkeit) als Vorteil gegenüber den besten (und allen anderen ebenso) Linien zur Verfügung.

Gibt es Linien, die an einem konkreten Standort agronomisch besser sind als ihre Ausgangs-Population ? Kann man aus den Linien eine neue Population (synthetische Sorte) entwickeln, die lokal der besten Linie überlegen ist ?

Diese Arbeiten umfassen Material-Entwicklung unter den Bedingungen des Ökolandbau- es, Entwicklung und Transfer von Züchtungs-Expertise in die Praxis und von Praxiskennt- nissen in die Züchtungsforschung.

2. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Projekt besteht aus einer sehr enge Zusammenarbeit mit dem Naturland e.V., hier vertreten durch Werner Vogt-Kaute und drei Landwirten, die diesem Verband angehören (Henning Untiedt in Tröndel, Gunter Neder in Ramsthal und Alex Hausladen in Willmering). Die Feldversuche der großen Experimente 1 und 2 („Ringversuch“, Sommerbohne und Winterbohne) wurden außer an zwei Standorten bei Göttingen auch von diesen drei Landwirten an ihrem Standort durchgeführt. Die Aussaat und Ernte an diesen drei Natur- land-Standorten wurde von der Fa. Agrostat als Auftrag durchgeführt.

3. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Wissenschaftlich knüpft dieses Projekt an drei wesentliche Erkenntnisstränge der Züch- tungsforschung. Zum einen (1) an die Literatur zur partizipativen Pflanzenzüchtung (z.B. Witcombe et al., 2005), dann (2) an die Schriften zu Genotyp-Umwelt-Interaktion und Erb- lichkeit, insbesondere an das Konzept der Selektionseignung von Orten und das des indi- rekten Selektionsgewinnes bei Selektion an einem Ort und Realisation an einem anderen Ort (z.B. Desclaux, D., 2005), des weiteren (3) an die Literatur zu synthetischen Sorten bei partieller Allogamie (z.B. Link and Ederer, 1993). Der Stand der Wissenschaft ist in der Dissertation von Lamiae Ghaouti, die hier in einer Kopie beigelegt wird, detailliert vorge- stellt.

4. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde, Planung und Ablauf des Vorhabens, Material, Standorte, Methoden

Materiell fußt das Projekt zunächst auf dem Vorlaufprojekt 02OE451/1+2, in dem einerseits für Winterbohnen Material und Daten erstellt wurden, und in dem andererseits die Kooperation zwischen dem Naturland e.V. und seinen Landwirten und der Abteilung Pflanzenzüchtung in Göttingen erprobt wurde. Des Weiteren nutzt das Projekt für die Sommerbohne Erkenntnisse und Material aus dem GFP-Projekt ÖE 113/00 HS „Formenkreise“.

Das Material umfasste bei den Sommerbohnen für den „Ringversuch“ (Experiment 1) die folgenden Prüfglieder.

Linien aus Selbstung	m = 18
Polycross-Nachkommenschaften (PN; aus freier Abblüte)	m = 18
Mischung aller Linien	m = 1
Mischung aller PN (entspricht „Ausgangs-Population“)	m = 1
Mischung von F1-Hybriden aus den Linien	m = 1
Kontrollen, Standards	m = 10

Bei den Winterbohnen war folgendes Material zur Verfügung (Experiment 2; die höheren Zahlen nur im zweiten und dritten Jahr).

Linien aus Selbstung	m = 11 bzw. 18
Polycross-Nachkommenschaften (PN; aus freier Abblüte)	m = 0 bzw. 18
Mischung aller Linien	m = 0 bzw. 3
Mischung aller PN (entspricht „Ausgangs-Population“)	m = 0 bzw. 3
Kontrollen, Standards	m = 8 bzw. 14

Erläuterung: Es handelt sich um neuere Elite-Linien und um wichtige ältere Linien mit divergentem Wuchstyp und unterschiedlichen Qualitätseigenschaften.

Dieses Material wurde in den Jahren 2004, 2005 und 2006 an folgenden fünf Standorten geprüft: Tröndel bei Kiel (milder Ort), Deppoldshausen (harsche Hochlage) und Reinshof (Leineau, milder Ort) bei Göttingen, Ramsthal bei Bad Kissingen (trockener Standort) und Willmering bei Cham in Bayern (kalte Winter). Reinshof bezeichnet den konventionell geführten Zuchtgarten, allerdings wurde hier eine Wiederholung unbehandelt (ohne Pestizide) gelassen.

Die drei Naturland-Landwirte führten (außer Saat und Ernte) die Experimente selbständig durch. Insbesondere führten sie die Merkmalserfassung durch. Dazu gehörten außer den üblichen agronomischen Merkmalen wie Blütezeit und Wuchshöhe besonders die sog. „persönliche Wertschätzung“ (personal appreciation) für jedes Prüfglied und der vor der Ernte vorausgeschätzte Kornertrag. Die Doktorandin agierte für Deppoldshausen und Reinshof in derselben Weise.

Zur Einschätzung der besten aus dem Material herstellbaren synthetischen Sorte wurde nach Ederer und Link (1992) alle möglichen synthetischen Sorten in ihrem Kornertrag vorhergesagt:

$$\text{Syn}_1(k) \approx \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left[S_i + \frac{k-1}{k} \frac{m}{m-1} (P_i - S_i) \right]$$
, wobei hier S die Leistung der Inzuchtlinien und P die Leistung der PN darstellt, und k die Anzahl Komponenten pro Synthetik (hier ist k = 4) und m die Anzahl verfügbarer Linien (hier ist m = 18).

Folgende Versuche wurden insgesamt durchgeführt:

Experiment	Bezeichnung	Prüfglieder	Umwelten
1	Naturland-Ringversuch	Sommerbohnen; 18 Linien & 18 Polycross-Nk. & 13 Kontrollen	Fünf Orte, drei Jahre
2	Naturland-Ringversuch	Winterbohnen 18 Linien & 18 Polycross-Nk. & 20 Kontrollen	Fünf Orte, drei Jahre (im ersten Jahr we- niger Prüfglieder)
3	Heterogenitäts-Effekte	Sommerbohnen; zwei Linien & drei Hybriden- Mischungen	Reinshof, drei Jahre
4	Heterogenitäts-Effekte	Winterbohnen; vier Linien & zwei Polycross-Nk.	Reinshof und Dep- poldshausen, 2006
5	Unkrautunterdrückung in Abhän- gigkeit von Heterogenität	Sommerbohnen; acht Linien & acht Polycross-Nk., & vier Kontrollen	Reinshof und Dep- poldshausen, 2005 & 2006
6	Unkrautunterdrückung in Abhän- gigkeit von Heterogenität	Winterbohnen; acht Linien & acht Polycross-Nk., & vier Kontrollen	Reinshof und Dep- poldshausen, 2006
7	Proteingehalte	Sommerbohnen; 18 Linien	Fünf Orte, drei Jahre
8	Frost-Toleranz	Winterbohnen; 18 Linien	Institut, Pflanzen- wuchskammer
9	Trockenheits-Toleranz	Sommerbohnen; 18 Linien	Reinshof, 2006

Das Experiment 2 war im ersten Jahr wegen Saatgutknappheit nur mit 11 der 18 Linien durchgeführt worden. Im dritten Jahr (2006) war der vorangehende Winter (2005/06) sehr hart gewesen und nur auf dem Reinshof überlebten die Winterbohnen-Versuche soweit, dass der Kornertrag ausgewertet werden konnte. Dadurch ist für dieses Experiment eine Analyse über drei Jahr an fünf Standorte nicht möglich.

Das Experiment 3 richtete sich auf die Frage, inwiefern eine Mischung zwischen maximal verschieden ingezüchteten Genotypen (Inzuchtlinien, F1-Hybriden) und zwischen verschieden hochwüchsigen Genotypen die Leistung des Bestandes beeinflusst. Dazu wur-

den eine kurz- und eine hochwüchsige Linien (Troy, Merkur) und zwei hoch- und ein kurzwüchsige Hybrid-Prüfglied im Reinanbau und in Mischung angebaut. Die Mischungen enthielten alle Zweikomponenten-Mischungen des Typs Linie-Hybride und Linie-Linie. Die Parzellengröße betrug 7,2 m² mit 26 Samen/m². Es wurden fünf Pflanzen jeder Mischungskomponente in jeder Parzelle einzeln anhand klarer morphologischer Merkmale identifiziert und einzeln geerntet, um die Merkmale einzelpflanzenweise zu bestimmen. Daraus wurden Parzellenerträge hochgerechnet. Der tatsächliche Mähdruschertrag wurde außerdem bestimmt.

Die Experimente 4 und 6, die mit Winterbohnen und nur im Jahr 2006 (Saat im Oktober 2005) angelegt waren, winternten in Deppoldshausen (harsche Höhenlage) gänzlich aus. Die Parzellen auf dem Reinshof zeigten sehr große genotypische Unterschiede in der Überwinterung. Dadurch war nach Winter die Bestandesdichte der Prüfglieder so stark unterschiedlich, dass die beabsichtigten Unterschiede zwischen den Prüfglieder in ihrer Wuchshöhe und morphologischer Heterogenität und daraus resultierenden Effekt auf den Ertrag (Experiment 4) und die Unkrautunterdrückung (Experiment 6) nicht sinnvoll ausgewertet werden konnten.



Die Doktorandin Lamiae Ghaouti im Juni 2006 im nicht auswertbaren Versuch 6. Zu sehen sind sehr stark ausgewinterte Parzellen, links „ohne“ und rechts „mit“ dem künstlichen Unkraut Leindotter, der sich (Frühjahrssaat) in voller Stärke entwickelte.

Das Experiment 5 mit Sommerbohnen wurde mit Leindotter (*Camelina sativa*) als artifizielles Unkraut angelegt, dieses „Unkraut“ wurde nur in und nicht zwischen die Reihen der Ackerbohnen gesät. Insgesamt wurden vier kurz- und vier hochwüchsige Linien geprüft, dazu deren Polycross-Nachkommenschaften, je eine Mischung kurzer und langer Linien, je eine Mischung kurzer und langer Hybriden, und dazu vier Kontroll-Genotypen. Die Bohnen wurden mit 35 Samen/m² gesät, und in die Variante mit Leindotter wurde zusätzlich in die Bohnenreihen 350 Samen/m² Leindottersaat gesät.

Für das Experiment 7 wurde das Erntegut der 18 Linien des Experiments 1 benutzt, der Proteingehalt wurde mittels NIRS bestimmt.

Das Experiment 8 wurden mit den 18 Winterbohnen-Linien im einer Pflanzenwuchskammer mit gehärteten Jungpflanzen in Töpfen durchgeführt, in einer Pflanzenwuchskammer nach Arbaoui et al. (2007), mit Frost bis auf minus 19°C. Vier Jungpflanzen pro Genotyp pro Topf wurden im Vierblatt-Stadium in die sog. Frostkammer transferiert, es gab vier Töpfe pro Genotyp. Die vorgehärteten Pflanzen wurden zur weiteren Härtung für eine Woche bei 2,5°C tags und 0°C nachts gehalten. Der eigentliche Test bestand aus sechs Frost-Schritten, mit je 4h maximalem Frost während der „Nacht“ (12h) und Auftauen während des Tags (12h), und bei jedem Schritt zunehmendem maximalem Frost, von minus 8°C bis minus 19°C. Nach Ende jedes Auftauens wurde Farbe und Turgor der Blätter und Stängel jeder Pflanze bonitiert. Der Mittelwert der Frost-Symptomatik über Blätter und Stängel und die Frostschritte pro Topf wurde als Merkmalswert betrachtet.

Das Experiment 9 wurde mit den 18 Sommerbohnen-Linien in der Saison 2006 in sog. Trockenstress-Häusern nach Link et al. (1999) auf dem Reins Hof durchgeführt. Das Verhalten gegenüber dem Trockenstress wurde durch die Ertragsreduktion im Stress gegenüber der bewässerten Kontrolle und durch den im Stress erzielten Kornertrag bewertet.

5. Erzielte Ergebnisse und voraussichtlicher Nutzen

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 1

Die Varianzanalyse der Ergebnisse aus Experiment 1 zeigt, dass die Interaktionen zwischen Genotypen und Orten eine wichtige Komponente der Genotyp x Umwelt-Interaktionen (GO, GJ, GJO) ist. Da die G x O-Interaktion in einer lokalen Züchtung zusätzlich zur genotypischen Varianz der Selektion zur Verfügung steht, bewirkt dieses Ergebnis einen deutlichen Vorteil der lokalen gegenüber der überregionalen Züchtung. Dieser Vorteil ist so deutlich, dass eine Auslese nach den Ergebnissen an vier Orten für den je fünften Ort nur 61 bis 77% so effektiv ist wie eine Auslese an dem jeweiligen konkreten Ort selbst. Es ist ganz offensichtlich schwierig, einen Genotyp zu finden, der „überall“ sehr gut angepasst ist, und deutlich leichter, einen Genotyp zu finden, der an einen konkreten Ort (Boden, Klima, Fruchtfolgestellung u.ä.) angepasst ist. Andererseits ist es selbstverständlich nicht möglich, für jeden einzelnen Ackerbohnen-Anbauort ein Zuchtprogramm durchzuführen, gar in einer Intensität, in der ein Züchter für eine Region wie Deutschland oder Mittel- und Nordeuropa züchtet.

Varianzanalyse für Kornertrag und Blütezeit

Variationsursache	Kornertrag (t/ha)				Blütezeit (Tage)			
	FG	σ^2	F-Wert	GD 5%	FG	σ^2	F-Wert	GD 5%
Ort	4	1.09	5.48*	1.61	4	42.44	6.36*	9.41
Jahr	2	0.60	732.86**	0.08	2	13.15	994.19**	0.32
Genotyp	48	0.22	8.37**	0.49	48	6.73	16.34**	1.86
JO	8	0.73	178.65**	0.18	7	23.71	358.99**	0.72
GO	192	0.15	3.21**	0.72	191	2.28	3.11**	2.89
GJ	94	0.05	2.28**	0.56	94	0.67	2.03**	2.24
GJO	373	0.09	1.90**	0.90	310	1.80	2.25**	3.34
Fehler	517	0.11			441	1.44		

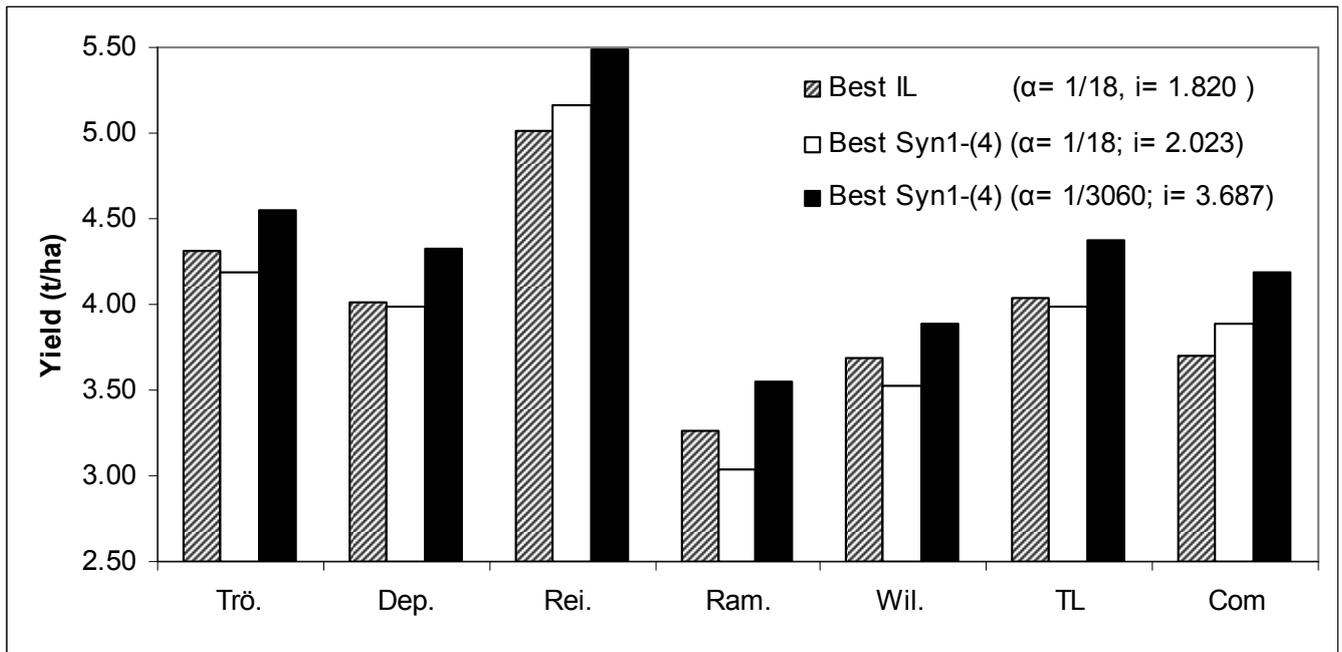
Die „Persönliche Wertschätzung“, die unsere drei Naturland-Landwirte und Frau Ghaouti den Bohnen-Prüfgliedern entgegenbrachten, sind außer vom geschätzten Kornertrag sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten geprägt. So wurde Standfestigkeit beim lokalen Auftreten von Lager wertgeschätzt und Krankheitsresistenz beim lokalen Auftreten von Krankheitssymptomen.

Korrelationen zwischen der „Persönlichen Wertschätzung“ und der agronomischen Leistung der Prüfglieder

Orte	Blütezeit	Wuchshöhe	Lagerbonitur	Reifezeit	Krankheitsbonitur	Ertrags-schätzung	Mähdrusch-Ertrag	Korn-gesundheit	TKG
Tröndel	0.44**	0.67**	-	0.43**	-	0.84**	0.42**	-0.29*	-0.37**
Depphausen	-0.55**	0.38**	-	-	-0.32*	0.59**	0.52**	-0.44**	0.47**
Reins-hof	-0.51**	-0.49**	-0.54**	-	-	0.60**	0.48**	-	0.38**
Rams-thal	0.42**	0.79**	-0.30*	0.32*	-0.35*	0.68**	0.49**	-0.53**	-0.29*
Willme-ring	-	0.39**	-	-	-0.34*	0.66**	0.36*	-0.42**	-0.37**

- Korrelation nicht signifikant

Die Landwirte gaben den homogenen, reinen Linien eine höhere Wertschätzung, als dies nach ihrem Ertrag oder dem geschätzten Ertrag zu erwarten war. Die Inzuchtlinien trugen nur mit 18% zu der Gruppe der ertragreichsten Genotypen bei, aber mit 53% zu der Gruppe der am höchsten wertgeschätzten Genotypen. Offensichtlich „gefallen“ den Landwirte homogene Parzellen mehr, als nach dem dem Ökolandbau immanenten Konzept von genetischer Vielfalt und lokaler Evolutionsperspektive zu erwarten gewesen wäre.



Vergleich zwischen dem Ertrag der ertragreichsten Linien (beste von $m = 18$), der als ertragreichst vorhergesagten Gruppe von Synthetiks (\forall entspricht 1 aus 18) und dem ertragreichsten Synthetik (\forall entspricht 1 aus 3060) an jedem der fünf Orte, an einem aus den Daten destillierten „typischen“ ökologischen Einzelort („TL“, entspricht lokaler Züchtung) und für das Mittel der fünf Orte („Com“, entspricht überregionaler Züchtung).

Die Aussichten, eine Inzuchtlinie zu finden, die lokal als ertragreichste bzw. beste Sorte benutzt werden kann, ist größer als eine Inzuchtlinie zu finden, die überregional zu empfehlen ist. Bei schwacher Selektionsintensität wie 1 aus 18 ($i = 1,820$) war eine beste Inzuchtlinien lokal wiederholt zu finden. Allerdings sind aus z.B. 18 Inzuchtlinien insgesamt 3060 verschiedenen synthetische Sorten darstellbar, wenn man sich auf vier Komponenten beschränkt (beispielsweise sei Nr. 1 aus den Linien 1+2+3+4 hergestellt, Nr. 2 aus den Linien 1+2+3+5, Nr. 3 aus den Linien 1+2+3+6, bis zu Nr. 3060, die aus den Linien 15+16+17+18 hergestellt wäre). Unter diesen vielen Synthetiks wählt man dann den besten aus, was eine sehr viel höhere Selektionsintensität ($i = 3,687$) darstellt. Dieses Faktum bewirkt, dass in jedem Fall der lokal ertragreichste Synthetik die lokal ertragsreichste Linie aussticht. Der Vergleich zwischen TL und Com („typical location“, als „typisch“ aus den Daten destillierter ökologischer Einzelort; „combined analysis“, entspricht der Perspektive der überregionalen Züchtung) zeigt, dass die Überlegenheit der Sortentypes „Synthetik“ in der überregionalen Züchtung deutlicher ist und dass höhere Erträge mit den jeweils lokal besten Genotypen zu erzielen sind..

An keinem der fünf Orte war im Mittel der Jahre die ertragreichste Linie der Ausgangspopulation unterlegen, es ist also – trotz der dadurch auftretenden Inzuchtdepression - immer aussichtsreich, aus einer gegebenen Population eine lokal beste Inzuchtlinie auszulesen.

Vergleich der lokal ertragreichsten Linien mit der Ausgangspopulation für den Kornertrag

Ort	Inzuchtlinie	Ertrag (t/ha)	Ertrag der Ausgangspopulation (t/ha)
Tröndel	Maya/1	4.78	3.61
Deppoldshausen	Styria_343	4.27	3.81
Reinshof	L1_MxCEX/19	5.42	4.75
Ramsthal	Maya/1	3.50	2.18
Willmering	Music/1	3.91	3.00

Diese Ergebnisse sind als Konzept nutzbar, und sie werden hier konkret in der weiteren lokalen Züchtung mit Sommerbohnen am Standort Reinshof und Ramsthal realisiert.

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 2

Obwohl nur das 2. Jahr mit allen Genotypen und Orten vollständige Ergebnisse brachte, bestätigen die Winterbohnen die Schlussfolgerungen der Sommerbohnen. Die Genotyp x Orts-Interaktion war wiederum sehr hoch und bedeutsam, sie betrug mehr als die Hälfte der genotypische Varianz, was eine lokale Züchtung sehr aussichtsreich erscheinen lässt. Die Wertschätzung der Landwirte spiegelte wiederum lokale Besonderheiten wie harte Überwinterungsbedingungen oder Lagerprobleme. Der Vergleich zwischen der lokal ertragreichsten Linie und dem lokal als ertragreichst vorhergesagten Synthetik geht bei den Winterbohnen noch stärker als bei den Sommerbohnen zugunsten der Synthetiks aus. Darin mag teilweise der zusätzliche Nutzen von Heterosis bei der Überwinterung sichtbar werden.

Korrelationen zwischen der "Persönlichen Wertschätzung" und der agronomischen Leistung der Prüfglieder

Orte	Überwinterung	Wuchshöhe	Lagerbonitur	Reifezeit	Krankheitsbonitur	Ertrags-schätzung	Mähdrusch-Ertrag
Tröndel	0.34*	0.29*	-	0.30*	-	0.64**	0.31*
Deppoldshausen	0.39**	0.52**	-0.36**	-	-0.32*	0.44**	0.64**
Reinshof	0.30*	0.34*	-0.66**	0.37**	-0.23*	0.48**	0.45**
Ramsthal	0.75**	0.71**	-0.48**	-	-0.31*	0.78**	0.79**

- Korrelation nicht signifikant; keine Daten aus Willmering verfügbar

Diese Ergebnisse sind ebenfalls als Konzept nutzbar, und sie werden hier konkret in der weiteren lokalen Züchtung mit Winterbohnen am Standort Reinshof (Göttingen), Ramsthal (Naturland e.V.) und Frankfurt (Naturland e.V.).

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 3

Die reinen Linien- und Hybriden-Parzellen und ihre Mischungen spiegelten die besondere Situation von Synthetiks bei teilweiser Fremdbefruchtung wider, dass nämlich sehr stark verschieden ingezüchtete Individuen zusammen die Sorte darstellen. Wie erwartet war der Mähdruschertrag der Linien geringer als derjenige der Hybriden, und auch die Wuchshöhe der reinen Prüfglieder verhielt sich wie beabsichtigt und erwartet.

Mittlere Leistung der reinen Linienparzellen und der reinen Hybriden-Parzellen (YCH = Mähdruschertrag; TKW = Tausendkorngewicht; HEI = Wuchshöhe)

	Genotypen	YCH (t/ha)	TGW (g)	HEI (cm)
Linien	MER	4.15 ^a	409.52 ^a	112.91 ^a
	TRO	4.00 ^a	384.56 ^a	88.91 ^b
Hybriden	TH	5.87 ^b	431.30 ^b	131.37 ^c
	THB	5.51 ^b	412.89 ^b	136.87 ^c
	SHB	5.70 ^b	500.12 ^c	117.23 ^a

^{a,b,c} Werte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($\alpha=5\%$).

Umso höher der Anteil der Hybriden in den Mischungen war, umso höher war im Mittel der Ertrag, mit einer Differenz zwischen dem Mittel der reinen Linien und dem Mittel der reinen Hybriden von 39%.

Einfluss der fünf Hybrid-Anteile in den Mischungen auf den Mähdruschertrag (YCH) in jeder Mischung.

Hybriden-Anteile		YCH (t/ha)	In Prozent §
0.000	M1	4.10	100.00
0.500	M2	4.99	121.87
0.667	M3	5.29	129.18
0.833	M4	5.64	137.60
1.000	M5	5.69	138.94
GD (5%)		0.84	

§ Relativ zu den reinen Inzuchtlinien-Parzellen.

Die beiden hochwüchsige Hybridpartner verringerten als Konkurrenz-Verursacher den Ertrag der Inzuchtlinienpflanzen in den Mischungen stärker als der kürzerwüchsige Hybridpartner.

Einfluss des Hybrid-Kombinationspartners auf Ertrag und Hülsenzahl am Haupttrieb der einzelnen Inzuchtlinien-Komponente im Mittel der Kombinationen

Hybrid-Kombinationspartner	Leistung der Inzuchtlinien-Komponente	
	Ertrag pro Pflanze (g)	Hülsen pro Haupttrieb
TH (hohe Hybride)	10.86 ^a	10.81 ^a
THB (Mischung hoher Hybriden)	10.00 ^a	10.31 ^a
SHB (Mischung kurzer Hybriden)	13.49 ^b	13.07 ^b
Mittel	11.45	11.40
GD (5%)	1.69	1.61

^{a,b}Werte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ($\alpha=5\%$).

Umso höher der Anteil Hybriden war, umso geringer war der Einzelpflanzenenertrag, sowohl bei den Hybridpflanzen als auch bei den Linienpflanzen, und die Pflanzen wurden höherwüchsig und dünner.

Einfluss der fünf Hybrid-Anteile in den Mischungen auf die agronomische Leistung des Hybrid-Kombinationspartners (H) und der Inzuchtlinien-Komponente in jeder der Mischungen

Hybrid-Anteil in den Mischungen	Merkmale							
	Ertrag / Pflanze (g)		Hülsen am Haupttrieb		Wuchshöhe (cm)		SSA ^a (cm ²)	
	H	L	H	L	H	L	H	L
0.000 M1	-	19.74	-	17.21	-	100.91	-	0.72
0.500 M2	38.70	10.38	24.13	10.68	117.54	106.34	1.32	0.50
0.667 M3	35.39	8.21	21.80	9.24	121.31	110.29	1.21	0.44
0.833 M4	32.30	7.40	20.09	8.46	125.14	112.52	1.15	0.40
1.000 M5	27.62	-	18.00	-	128.49	-	1.00	-
GD(5%)	3.19	4.74	2.90	2.11	6.47	4.65	0.11	0.08

^aQuerschnittsfläche am Haupttrieb am zweitältesten Blütenstand

Im Vergleich zu einem linearen Trend über die dargestellten Mischungsanteile (YEP) war der gefundene Mähdruschertrag und noch mehr der aus Komponentenerträgen berechnete Ertrag abweichend, mit einer maximalen Abweichung bei 1/6 Anteil Linienpflanzen und 5/6 Anteil Hybridpflanzen. Dieses Mischungsverhältnis brachte praktisch denselben Ertrag wie die reinen Hybrid-Parzellen, was ganz offensichtlich auf einen günstigen Effekt von Heterogenität für den Inzuchtstatus der Individuen eines Bestandes zurückgeht. Dieses

Phänomen kommt in synthetischen Sorten bei partieller Fremdbefruchtung somit vorteilhaft zum Tragen. Weitere Ergebnisse sind in der Dissertation von Frau Ghaouti dargestellt.

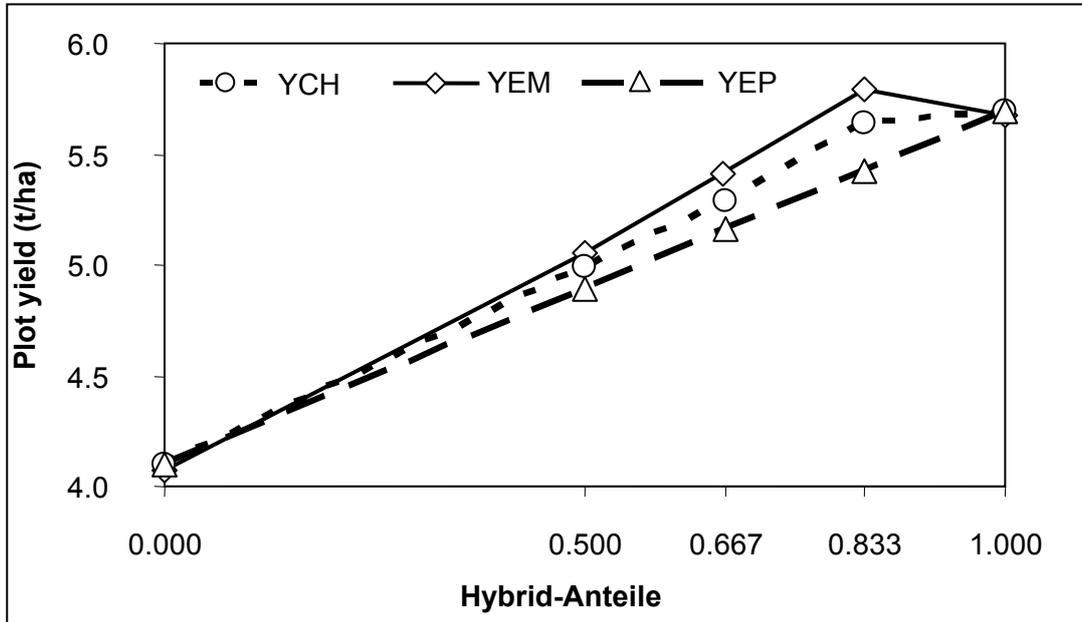


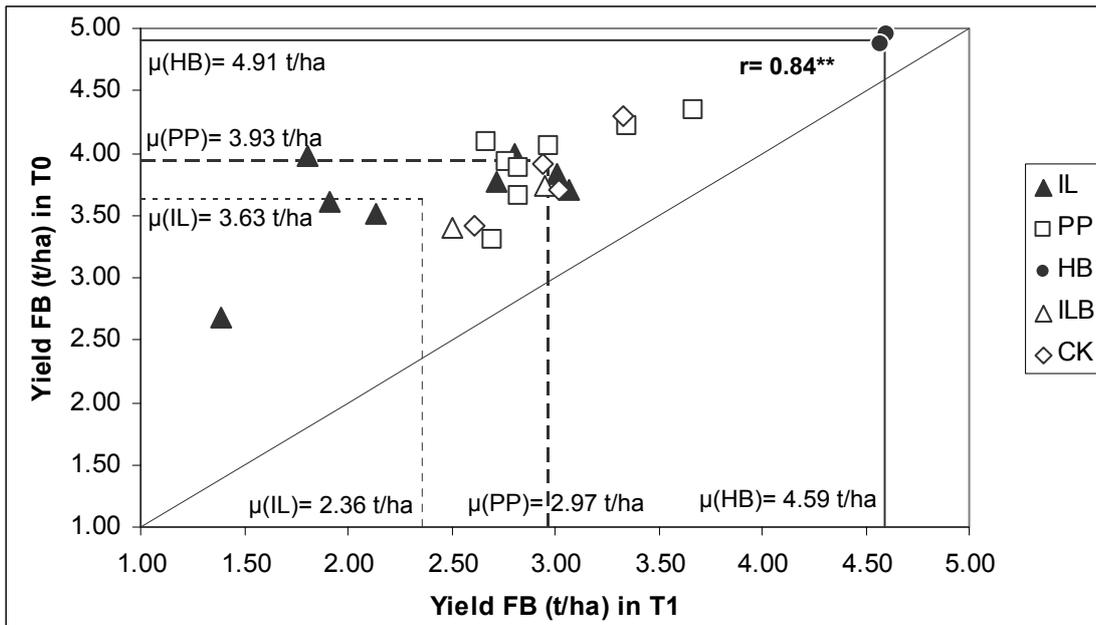
Figure 2. Vergleich zwischen beobachtetem Mähdrusch-Ertrag (YCH) und dem erwarteten Ertrag YEM (Berechnung nach Komponentenerträgen in der jeweiligen Mischung) und YEP (Berechnung nach Komponentenerträgen in den reinen Parzellen, also ohne Heterogenitätseffekte)

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 5

Der Leindotter (*Camelina sativa*) als artifizielles Unkraut sollte eine erste Aussage über die Unterschiede in der Unkraut-Unterdrückung erlauben, wobei wichtig ist, dass der Leindotter etwas kürzer im Wuchs blieb als die kürzeren Bohnen.

Mittlere Leistung der kurzwüchsigen im Vergleich zu den hochwüchsigen Prüfgliedern ohne „Unkraut“ (T0) und mit „Unkraut“ (T1) und Angabe über die Signifikanz der Interaktion zwischen Wuchshöhe x Behandlung

Behandlung	Wuchshöhengruppe	Wuchshöhe(cm)	Ertrag (t/ha)	TKG (g)
T0	Kurz	100.57	3.63	469.13
T1	Kurz	93.76	3.18	493.88
T0	Hoch	111.35	3.43	453.10
T1	Hoch	106.04	3.26	479.84
Signifikanz W x B		**	**	**



Beziehung zwischen der Kornertrag von Ackerbohnen mit "Unkraut" (T1) und ohne "Unkraut" (T0) unter Berücksichtigung der verschiedenen genotypischen Strukturen (Inzuchtlinien, Polycross-Nachkommenschaften, Hybrid-Mischung, Inzuchtlinien-Mischung, Kontrollen).

Die Aussagen des Experimentes 5 sind die Folgenden. Der Ertragsverlust durch Unkraut war sehr stark von der genotypischen Struktur beeinflusst. Die Hybridmischung war das konkurrenzstärkste Prüfglied mit nur 6% Ertragsverlust, wohingegen die Inzuchtlinien im Durchschnitt am konkurrenzschwächsten waren mit 35% Ertragsverlust. Innerhalb einer gegebenen genotypischen Struktur (z.B. innerhalb der Linien) ergab sich keine Korrelation zwischen z.B. Ertragsfähigkeit und Konkurrenzkraft. Es bleibt die höhere Heterozygotie und die höhere Wuchshöhe als eindeutig günstige Faktoren für Unkraut-Toleranz.

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 7

Der Proteingehalt (PC, %) wurde an gemahlenem Erntegut der 18 Sommerbohnen-Inzuchtlinien in den drei Jahren und fünf Orten mit NIRS festgestellt. Es wurde die in Göttingen verfügbare Standardkalibration für Ackerbohnen benutzt.

Proteingehalte der 18 Sommerbohnen-Linien im Mittel von drei Jahren (NIRS)

Ort	Mittlerer PC %	PC (%) der besten IL
Tröndel	25,81	28,02
Deppoldshausen	25,87	27,28
Reinshof	26,45	27,54
Ramsthal	27,29	28,27
Willmering	28,95	30,67
Mittelwert	26,88	
GD 5%	0,24**	0,43**

Varianzanalyse des Proteingehaltes (%) über Inzuchtlinien, Jahre, Orte und Genotypen (Genotypen=18 Inzuchtlinien, Orte= 5, Jahre=3 und Wiederholungen=2)

Variations- Ursache	FG	MQ	Varianz- Komponente	F-Wert	GD(5%)
Orte	4	106,8972	0,9834	154,44**	0,24
Jahre	2	63,375	0,3482	91,56**	0,19
Genotypen	17	6,1395	0,1809	8,60**	0,43
Wiederholungen	15	0,6922	-0,0012	0,97	0,55
Jahre x Orte	8	73,6196	2,0252	103,14**	0,39
Genotypen x Orte	68	4,692	0,663	6,57**	0,96
Genotypen x Jahre	34	4,4804	0,3767	6,28**	0,74
G x J x O	131	6,4911	2,8887	9,09**	1,66
Fehler	232	0,7138	0,7138		
Total	511				

Die Varianzanalyse zeigt, dass außer der Varianz zwischen den Genotypen die Effekte der Orte und deren Interaktionen mit den Genotypen bedeutsam waren. Willmering war der Ort mit dem höchsten Proteingehalt, und die Linie MarisBead/1 hatte in Willmering den relativ höchsten (30.67%) Proteingehalt. Eine Auslese nach Proteingehalt wurde von den Landwirten nicht vorgeschlagen.

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 8

Es wurden die 18 Winter-Ackerbohnen-Inzuchtlinien kontrolliert auf Frosttoleranz geprüft. Es war sehr beeindruckend zu sehen, dass die bekannte Quelle für Frostresistenz, Côte d'Or, signifikant toleranter zu sein scheint als die zweitbeste Linie, Wibo/1 (aus der Sorte Wibo, die aus der Züchtungsarbeit von Harald Littmann stammt). Bulldog ist bekannt als Genotyp mit relativer guter Überwinterungsfähigkeit im Feld bei nur mäßiger Frosttoleranz in kontrollierten Tests. Sommerbohnen, die hier nicht mitgeprüft wurden, hätten zu Ergebnissen über 2,5 geführt. Die Ergebnisse hier wurden bisher nicht in die partizipative Arbeit einbezogen. Es wurden allerdings inzwischen Kreuzungen zwischen Linien mit sich ergänzenden Eigenschaften wie Côte d'Or und Bulldog durchgeführt, mit der Perspektive einer späteren Nutzung.

Mittlere Boniturnoten (höhere Werte zeigen höheren Schaden) des Frostschadens der 18 Winterbohnen-Linien nach dem Frostkammerversuch

Winterbohnen- Linien	Boniturnote	Winterbohnen-Linien	Boniturnote
Côte d' Or/2-4	1,19	Bourdon/1	1,48
Wibo/1	1,33	S4-30	1,53
Webo/1-1-1	1,33	L979/S1/1/1sn	1,53
S4-25	1,35	S4-241	1,56
L977/88/S1wn	1,38	Hiverna/1-1-2	1,58
S4-280	1,42	L79/79/1	1,60
S4-227	1,42	S4-45	1,63
Banner/1	1,43	Arrissot/1	1,64
S4-324	1,47	Bulldog/1-4	1,64
GD(5%)	0,07	GD(5%)	0,07

Ergebnisse und Nutzen des Experimentes 9

Die Ertrags-Unterschiede zwischen den Linien waren im Mittel der beiden Behandlungen signifikant. Der Trockenstress hatte eine signifikante und sehr deutliche Ertragseinbuße bewirkt, von 145 g/Pflanze auf 86 g/Pflanze. Allerdings waren die Ertragsverluste durch den Trockenstress, obwohl sie von 23 bis 97 g/Pflanzen zwischen den Linien variierten, nicht signifikant voneinander verschieden. Dieses beschreibt den bekannten Umstand, dass im Elite-Material keine vielversprechenden Unterschiede in der Trockenheitstoleranz vorhanden sind. Den höchsten Ertrag unter Stress brachten die Linien Peleponnes (117 g/Pflanze) und Scirocco (114 g/Pflanze), den geringsten die Linie Alfred/9 (48 g/Pflanze). Um das Material in diese Hinsicht zu verbessern, sollten weitere Genotypen, die nicht zu diesem Projekt gehörten, wie Mélodie und ILB938/2 als Kreuzungspartner verwendet werden (Khan et al., 2007). Da Mélodie eine Vicin-arme Sorte ist, ist dieser Genotyp auch aus diesem Grund ein attraktiver Kreuzungspartner, während ILB938/2 zugleich als Geniteur für Pilzresistenz bekannt ist.

Varianzanalyse des Trockenstress-Versuches (Merkmal Ertrag, g/Pflanze)

Variationsursache	FG	MQ	F-Wert
Behandlungen	1	66,734	314**
Sorten	17	2,327	4,32**
Sorten x Behandlungen	17	365	0,68

Ergebnisse des Trockenstress-Versuches im Merkmal Kornertrag (g/Pflanze); die Linien sind nach aufsteigender Differenz sortiert

Linie	Bewässerte Kontrolle	Trockenstress	Differenz
Merkur/2	102,0	79,0	23,0
Alfred/9	81,0	47,5	33,5
Mars/2	93,5	57,5	36,0
Karna/2	122,5	81,0	41,5
Gloria/5	150,0	99,5	50,5
Scirocco/06..	165,5	114,0	51,5
Music/1	152,5	95,0	57,5
L1(MxC)	169,0	111,5	57,5
Troy/1	140,0	77,5	62,5
Victor/2	152,0	85,5	66,5
Gobo/1	140,0	73,5	66,5
L2(MxC)	162,5	93,5	69,0
Pistache/4	154,0	84,5	69,5
Peleponnes	190,0	117,0	73,0
MarisBead/1	132,5	55,5	77,0
Styria/3..	179,5	100,5	79,0
Maya/2	184,5	99,0	85,5
HerzFreya/22	164,0	67,5	96,5
Mittelwert	146,4	85,5	60,9

6. Fortschritt auf diesem Gebiet bei anderen Stellen, Veröffentlichungen (geplante und erfolgte), Gegenüberstellung der geplanten Ziele zu den tatsächlich erreichten Ergebnissen, weiterführende Fragen

Auf dem hier vorgestellten Gebiet tätig sind die BAZ in Groß-Lüsewitz und dort die Kollegin Dr. Christiane Balko, die INRA Dijon in Frankreich, und dort der Kollege Dr. Gérard Duc, und das CIFA Córdoba in Spanien, und dort die Kollegin Dr. Ana Maria Torres. Die gegenwärtige Forschungstätigkeit dieser Stellen berührt dieses Projekt am Punkt der Winterhärte und Frostresistenz von Winter-Ackerbohnen. Das BAZ untersuchte in Zusammenarbeit mit uns sekundäre physiologische Merkmale der Frostresistenz (wie z.B. den Prolingehalt), die anderen Kollegen waren bis Ende 2006 mit unserer Gruppe gemeinsam in einem europäischen Verbund [<http://www.ias.csic.es/eufaba>], in dem die Verantwortung für das Gebiet der Frostresistenz in Göttingen lag. Die entsprechenden Ergebnisse sind bei Arbaoui (2007) niedergelegt.

Die hier aufgezählten Veröffentlichungen, Mitteilungen, Treffen u.ä. stammen aus dem Projekt 03OE438

Link, W., 2003: „Winter-Ackerbohnen für den Öko-Landbau“. Eingeladener Vortrag vor Naturland-Landwirten in Hohenbercha am 19. 11. 2003, anlässlich eines Naturland-Treffens.

Vogt-Kaute, W., 2004: Interview zum Thema Körnerleguminosen zur Herbstsaat, niedergelegt auf die Homepage Ökolandbau.de der BLE.

Projekttreffen am 10. 12. 2004 in Göttingen, mit beteiligten Landwirten, Werner Vogt-Kaute, und Kollegen aus Witzenhausen und Göttingen und der Göttinger Projekt-Gruppe.

Projekttreffen am 2. 1. 2006 in Göttingen, mit beteiligten Landwirten, Werner Vogt-Kaute, und Kollegen aus Witzenhausen und Göttingen und der Göttinger Projekt-Gruppe.

Feldbegehung des Projektes 03OE438 gemeinsam mit eine Feldbegehung des Saflor-Projektes und der Getreidezüchtung Darzau zum Thema Einkorn am 14.7.2006 in Göttingen, Versuchsstation Reinshof.

Abschluss-Projekttreffen mit Vorträgen der Göttinger Ackerbohnen-Gruppe, Züchtern und Werner Vogt-Kaute, am 24. April 2007.

W. Link, und W. Vogt-Kaute, 2004: Winter-Ackerbohnen und Winter-Erbse für den ökologischen Landbau. SÖL Berater-Rundbrief 3/04, 19 - 20.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute und W. Link, 2005: Development of region-specific organic cultivars in faba beans. In: Heß, J. und Rahmann, G. (Hrsg.), Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel University Press, Kassel. S. 61-62.

Anonymus, 2006: Braucht der Bio-Landbau eine eigene Züchtung ? Bio Austria, Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie, Ausgabe 2/06, S.14 - 18.

Ghaouti, L., and W. Link, 2006: Competition effects among genotypes in spring faba bean (*Vicia faba* L.). Vortr. Pflanzenzüchtg. 68, 70.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute, and W. Link. 2006: A participatory breeding approach to develop region-specific cultivars in winter and spring faba beans (*Vicia faba* L.). ECO-PB (European Consortium for Organic Plant Breeding) workshop, 11-13 June, La Besse (France). Booklet of abstracts, p. 15.

Ghaouti, L., Vogt-Kaute, W., and Link, W., 2006: Region specific breeding for organic conditions in winter and spring faba bean (*Vicia faba* L.). International Workshop on faba bean breeding and agronomy, 25 – 27 October, Córdoba, Spain. Junta de Andalucia, pp. 87 – 89.

Vogt-Kaute, W., 2006: Partizipatorische Züchtung von Ackerbohnen, Naturland Nachrichten, Heft 2 im Mai 2006.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute und W. Link, 2007: Genotype x location interactions are advantageous for local breeding of faba bean (*Vicia faba* L.). Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim. Herausgeber: S. Zikeli, W. Claupein, S. Dabbert, B. Kaufmann, T. Müller und A. Valle Zárate. Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim. Band 1, pp. 237 - 240.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute und W. Link, 2007: Development of locally adapted faba bean cultivars für organic conditions in Germany through a participatory breeding approach. Submitted to Euphytica in May 2007.

Ghaouti, L., and W. Link, 2007: Comparison between local vs. formal breeding and inbred line vs. synthetic cultivars for organic farming. Case of *Vicia faba* L. Submitted to Crop Science in May 2007.

Ghaouti, L., and W. Link, 2007: Competition effects among genotypes in breeding faba bean (*Vicia faba* L.). Submitted to German Journal of Agronomy in May 2007.

Ghaouti, L., and W. Link, 2007: Effect of competition between *Vicia faba* L. and *Camelina sativa* L. as a model weed in breeding for organic conditions. In preparation for Weed Journal.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute and W. Link, 2007: Zusammenfassung der Ergebnisse der Projektes 03OE438 BLE auf der Homepage des DNPW, Abteilung Pflanzenzüchtung, Göttingen. In Vorbereitung

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute and W. Link, 2007: Zusammenfassung der Ergebnisse der Projektes 03OE438 BLE auf der Homepage des Naturland e.V.; in Vorbereitung.

Ghaouti, L., W. Vogt-Kaute and W. Link, 2007: Zusammenfassung der Ergebnisse der Projektes 03OE438 BLE im Ökolandbau-Internetportal (SÖL); in Vorbereitung.

Vogt-Kaute, W., 2007: Partizipatorische Züchtung von Ackerbohnen, Vortrag bei Bioforschung Austria, Wien, 25. Mai 2007

Weitere, hier benutzte Literatur

Arbaoui, M., 2007. Detailed genetic analysis of faba bean (*Vicia faba* L.) winter-hardiness and related traits. PhD thesis, Georg-August University, Göttingen, Germany.

Desclaux, D., 2005. Participatory plant breeding methods for organic cereals. In: Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers, Lammerts Van Bueren, E. T., and H. Ostergard, (eds.), pp. 17-23.

Khan, H., W. Link, T.J. Hocking and F.L. Stoddard, 2007: Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant Soil* 292: 205 - 217.

Link, W., and W. Ederer, 1993. The Concept of Varietal Ability for Partially Allogamous Crops. *Plant Breeding*. 110: 1-8.

Link, W., A.A. Abdelmula, E. von Kittlitz, S. Bruns, H. Riemer, and D. Stelling, 1999: Genotypic variation for drought tolerance in *Vicia faba*. *Plant Breeding* 118, 477 - 483,

Witcombe, J. R., K. D. Joshi, S. Gyawali, A. M. Musa, C. Johansen, D. S. Virk, and B. R. Sthapit, 2005. Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding I. Four indicators of client-orientation in plant breeding. *Expl. Agric.* 41: 299-319.

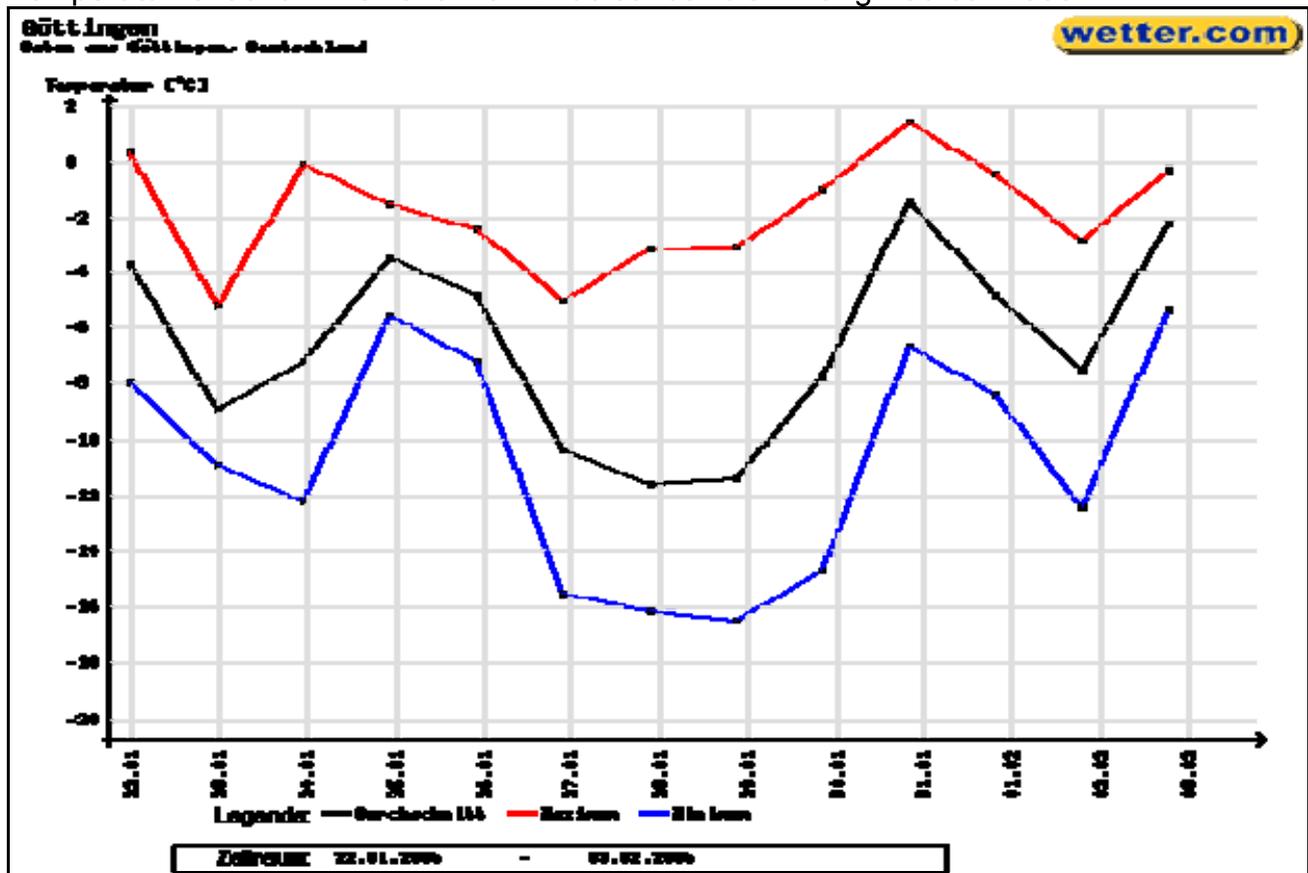
Gegenüberstellung der geplanten Ziele zu den tatsächlich erreichten Ergebnissen

Das Experiment 2 („Ringversuche“ mit Winterbohnen) wurde im ersten Jahr aufgrund von Saatgut-Knappheit mit einer geringeren als geplanten Anzahl Prüfglieder gesät, und im dritten Jahr waren wegen sehr starker Auswinterung nur die Daten von einem der Standorte (Reinshof) auswertbar. Die Aussagen dieses Ringversuches bestätigen allerdings die Aussagen des Ringversuches mit Sommerbohnen sehr gut, so dass trotz dieser Einschränkung ein belastbares und weiterführendes Ergebnis erzielt wurde.

Im Vergleich zum Antrag vom Juli 2003 sind die hier aufgeführten Versuche nicht erfolgreich durchgeführt wurden.

Experiment	Bezeichnung	Prüfglieder	Umwelten
4	Heterogenitäts-Effekte	Winterbohnen; vier Linien & zwei Polycross-Nk.	Reinshof und Dep- poldshausen, 2006
6	Unkrautunterdrückung in Abhängigkeit von Heterogenität	Winterbohnen; acht Linien & acht Polycross-Nk., & vier Kontrollen	Reinshof und Dep- poldshausen, 2006

Temperaturverlauf am Reinshof von Ende Januar bis Anfang Februar 2006.



Wie weiter oben ausgeführt, war der Winter 2005 auf 2006 überdurchschnittlich hart. Auf dem Reinshof wurden ohne schützende Schneebedeckung bei starker Amplitude Ende Januar Temperaturen von unter minus 16 Celsius erreicht, in Deppoldshausen (auf der Höhenlage) betrug das Minimum minus 19 Celsius. Nach einer Enthärtungsphase mit bis zu plus 8°C am 10. März trat am Reinshof am 13. März nochmals ein ungeschützter Frost auf, der über 11 Stunden mit unter minus 10°C währte und im Maximum von 6 bis 7 Uhr morgens minus 15°C betrug. Ausgangs winters sind die Pflanzen schwächer als in der Phase Dezember bis Februar, und so traf dieser Frosteinbruch viele Genotypen sehr hart. An den Standorten der Naturland-Landwirte waren die Verhältnisse ähnlich und schlimmer. Sogar im ansonsten wintermilden Tröndel an der Ostsee traten zwischen dem 3. März und dem 15. März bei großer Amplitude schneefrei Fröste von unter minus 12°C auf, nachdem auch hier durch zunehmende Tageslänge und milde Temperaturen die Bohnen teilweise enthärtet waren. Der Frostschaden war nur auf dem Reinshof nicht vollständig und zwischen Genotypen verschieden. Für eine Einschätzung der Ertragsleistung waren die Parzellen noch aussagekräftig – für dieses Merkmal ist die Überwinterungsfähigkeit an sich ja eine gerechtfertigte Komponente der Leistung. Für eine Einschätzung der Effekte von Heterogenität auf den Ertrag der Winterackerbohne und auf die Unkrautunterdrückung der Winterackerbohne waren allerdings die genotypisch verschieden stark ausgewinterten Parzellen nicht mehr brauchbar (Experiment 4 und 6).

Da die anderen Experimente dieses Projektes zu denselben Themen erfolgreich und teilweise in größerem Umfang als geplant durchgeführt wurden und da deren Daten zu sehr

eindeutigen Schlüssen führten, ist das Gesamtprojekt dennoch sehr gut gelungen und hat sehr gute und weitreichende Ergebnisse erbracht.

Weiterführende Fragen, die sich aus dem Projekt ergeben.

Inwieweit war es von Bedeutung, dass die benutzten Linien nicht unter ökologischen Bedingungen entwickelt und dass sie zentral an einem der fünf Anbauorte entwickelt worden waren ?

Inwieweit lassen sich die gefundenen Resultate auf den Kontrast lokale vs. überregionale Züchtung und Liniensorte vs. synthetische Sorte unter einem jeweils konventionellen Anbauregime übertragen ?

Wie großräumig oder kleinräumig ist „lokal“, „regional“, „überregional“ ? Kann eine „lokale“ Züchtung auch insofern spezifisch sein als sie nicht wirklich „lokal“ sondern auf ein spezifisches Umweltprofil ausgerichtet ist, welches durchaus in verschiedenen Regionen vorkommt (wie etwa bestimmter Boden- und Klimatyp) ?

Was wären die Mehrkosten einer stark regionalisierten oder lokalen Züchtung im Vergleich zur konventionellen, überregionalen Züchtung, wie stehen diese Kosten im Verhältnis zur höheren Leistung der Lokal-Sorten ?

Inwieweit lassen sich die gefundenen Resultate auf andere Fruchtarten mit höherem Selbstbefruchtungsgrad wie Gerste oder mit niedrigerem Selbstbefruchtungsgrad wie Luzerne oder auf Objekte der Klonzüchtung wie Kartoffel übertragen ?

05.06.2007 16:56

Wolfgang Link und Lamiae Ghaouti