

## Aufbau von Basispopulationen bei Erbsen, Lupinen und Phaseolus-Bohnen mit hohen Kornerträgen zur Gewinnung von Chemiegrundstoffen wie Stärke, Eiweiß, Öl, Lecithin u. a.

GÜNTER SCHRÖDER und MANFRED DAMBROTH

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

### 1. Einleitung

Im Rahmen der Bemühungen zur Wiederentwicklung eines Industriepflanzenanbaus kommt den Körnerleguminosen neben einigen weiteren landwirtschaftlich genutzten Kulturpflanzenarten eine besondere Bedeutung zu. Die in ihrem Samen enthaltenen Inhaltsstoffe, neben dem Eiweiß sind dies Stärke, Zucker, Öle, Lecithin und Alkaloide, können aufgrund ihrer teilweise spezifischen Qualität die Grundstoffe zur Erzeugung sehr verschiedenartiger Produkte durch die Industrie bilden. Allen Körnerleguminosen ist jedoch gemeinsam, daß ihre Samenertragsleistung derzeit nicht ausreicht, um ohne staatliche Stützungsmaßnahmen einen wettbewerbsfähigen Anbau zur Erzeugung von Chemiegrundstoffen in landwirtschaftlichen Nutzungssystemen zu gewährleisten. Die züchterische Bearbeitung der Leguminosenarten hat in den letzten Jahrzehnten indes niemals die Intensität erreicht, mit der andere Kulturpflanzen, z. B. Getreide, Kartoffel, Rüben, bearbeitet werden. Das derzeitige niedrige Ertragsniveau und die geringe Ertragsstabilität der verschiedenen Körnerleguminosenarten darf jedoch nicht als unabänderlich angesehen werden. Vielmehr kann erwartet werden, daß bei entsprechender züchterischer Bearbeitung sowie bei Anwendung speziell für diese Arten-gruppe entwickelter Anbautechniken deutliche Ertragssteigerungen zu erwarten sind (Dambroth 1986 und 1987).

Um sie zu realisieren, war es zunächst notwendig, eine Bestandsanalyse über die in dem mitteleuropäischen Klima anbaubaren Arten zu erstellen, ihre genetischen Ressourcen zusammenzutragen und eine Erstevaluierung der biologischen, agronomischen und chemischen Merkmale vorzunehmen. Unter Punkt 2 werden einige Ergebnisse dieser Untersuchungen dargestellt.

Aufgrund der bei den Evaluierungsversuchen gewonnenen Erkenntnisse, strebt das Institut im Bereich der Züchtungsforschung die Erstellung von kornertragreichen Basispopulationen bei den in Mitteleuropa anbaufähigen Körnerleguminosenarten Körnererbse, Ackerbohne sowie Gelber und Blauer Lupine mit verbesserter Ertragsstabilität und verändertem Wuchshabitus an.

Gegenüber den ursprünglichen Vorstellungen bei der Projektplanung wurde die Phaseolus-Bohne aufgrund der gewonnenen Ergebnisse der Evaluierungsversuche aus dem Projekt herausgenommen und dafür die Ackerbohne in das Programm der züchterischen Bearbeitung integriert. Die dafür verantwortlichen Gründe werden im Abschnitt 2 dargelegt. Unter Punkt 3 werden die Konzeption und die Ergebnisse der Arbeiten im Bereich der Züchtungsforschung aufgeführt.

### 2. Ergebnisse der Evaluierungsversuche mit Erbsen, Ackerbohnen, Buschbohnen und Lupinen

Um die für die Züchtungsprogramme unbedingt benötigte genetische Variabilität bei den genannten Körnerleguminosenarten erkennbar zu machen, wurden zahlreiche Her-

künfte zusammengetragen und auf wichtige agronomische Merkmale im Feldversuch evaluiert sowie die Samen im Labor auf Quantität und Qualität der Sameninhaltsstoffe Stärke, Protein und Fett untersucht. In Tabelle 1 ist der Sammlungsbestand sowie die Anzahl der evaluierten Herkünfte von Körnerleguminosen dargestellt.

Die Untersuchungen der Samen auf die für die Gewinnung von Chemiegrundstoffen wichtigen Inhaltsstoffe der Körnerleguminosen, wie Stärke, Protein und Fett, ergaben folgende Ergebnisse (Tab. 2). In der Tabelle wird außerdem der Amylosegehalt der Samenstärke angegeben. Auf die Bedeutung der Amylose bei der Gewinnung von Chemiegrundstoffen wird bei der Besprechung der Erbsen unter Punkt 3.1 ausführlich eingegangen.

Die Tabelle 3 gibt Auskunft über phänotypische Korrelationskoeffizienten zwischen dem Stärkegehalt des Samens und dem Amylosegehalt der Samenstärke bei Erbsen, Ackerbohnen und Buschbohnen.

Tabelle 1: Sammlungsbestand und Anzahl der evaluierten Herkünfte von Körnerleguminosen

| Kulturart       | Anz. der Herkünfte | Anz. der eval. Herkünfte |
|-----------------|--------------------|--------------------------|
| Ackerbohne      | 1 784              | 827                      |
| Erbse           | 1 543              | 1 131                    |
| Lupine          | 1 862              | 1 054                    |
| Phaseolus-Bohne | 692                | 220                      |

Tabelle 2: Sameninhaltsstoffe von Körnerleguminosenarten (n.b. = nicht bestimmt; DOM. FS = dominierende Fettsäure; 18 : 1 + 2 = Fettsäuren C18 : 1 und C18 : 2 zu gleichen Teilen vertreten)

| Kulturart   | Mittelwerte + Standardabweichung in % |          |          |          |            |
|-------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|------------|
|             | Stärke                                | Amylose  | Protein  | Fett     | DOM. FS    |
| Schalerbsen | 46,3+2,2                              | 36,2+3,7 | 26,5+2,1 | 2,2+0,3  | n.b.       |
| Markerbsen  | 27,9+2,2                              | 65,9+7,4 | 28,0+1,6 | 3,0+0,3  | n.b.       |
| Ackerbohnen | 42,0+1,6                              | 38,4+2,0 | 28,6+1,4 | 2,2+0,2  | n.b.       |
| Buschbohnen | 45,2+4,7                              | 31,3+1,7 | 27,1+2,3 | 2,1+0,4  | n.b.       |
| Gelbe Lup.  | 8,4+0,4                               | n.b.     | 47,0+1,1 | 6,9+0,4  | 18 : 2     |
| Blaue Lup.  | 11,4+0,5                              | n.b.     | 34,5+1,3 | 7,5+0,2  | 18 : 1 + 2 |
| Weißer Lup. | 12,2+0,5                              | n.b.     | 44,3+1,7 | 8,8+0,8  | 18 : 1     |
| Andenlupine | 2,1+0,2                               | n.b.     | 46,5+1,4 | 15,5+1,2 | 18 : 2     |

Tabelle 3: Phänotypische Korrelationskoeffizienten zwischen dem Stärke- und Amylosegehalt des Samens von Körnerleguminosenarten

| Pflanzenart       | n   | Phänotyp. Korrelationskoeffizienten |
|-------------------|-----|-------------------------------------|
| Pisum sativum     | 470 | -0,943                              |
| Vicia faba        | 115 | -0,391                              |
| Phas. vulg. nanus | 144 | 0,224                               |

Bei Erbsen zeigt sich eine stark ausgeprägte negative Korrelation zwischen den beiden Merkmalen. Ein hoher Amylosegehalt ist stets korreliert mit einem niedrigen Stärkegehalt, wobei allerdings unter den Markerbsen einige Herkünfte auftreten, die bei einem hohen Amylosegehalt noch einen mittleren Stärkegehalt von 31–35 % aufweisen.

Im Gegensatz zu den ersten Vorstellungen bei der Konzipierung dieses Forschungsprojektes zeigte sich jedoch durch die Ergebnisse der Evaluierungsversuche, daß auf eine züchterische Bearbeitung der Buschbohnen für die Nutzung im Industriepflanzenanbau vorerst verzichtet werden sollte. Die obligate Spätsaatverträglichkeit (ab Mitte Mai), der tiefsetzende Hülsenansatz an der Pflanze und die unregelmäßige, sehr spät einsetzende Reife der Hülsen (ab Oktober), lassen momentan die Verwendung von Buschbohnen zur Trockenkornerzeugung nicht sinnvoll erscheinen. Anstelle der Phaseolus-Bohne wurde die Ackerbohne (*Vicia faba*) zur züchterischen Bearbeitung in das Programm aufgenommen.

### 3. Konzeption und Ergebnisse der Züchtungsforschung

#### 3.1. Körnererbsen

Bei landwirtschaftlichen Feldanbauten von Futter- und Körnererbsen stellen häufig die mangelhaft vorhandene Standfestigkeit sowie die ungleichmäßige Abreife der Hülsen bei der Ernte mit dem Mähdröschler ein Problem dar. Zur Verbesserung der Mähdruschfähigkeit wird versucht, die Merkmale „semi-leafless“ (halb-blattlos, Fiederblätter sind in Blattranken umgewandelt), „leafless“ (blattlos, zusätzliche Umbildung der großen Nebenblätter zu Blattresten) und „fasciata“ (Verbänderung, Blüten sind kronenartig an der Spitze des Stengels zusammengedrängt) in das Sortiment der verschiedenen Erbsenvarietäten einzukreuzen.

Neben Stärkegehalt und Gesamtstärkeertrag spielt bei den Körnererbsen die Stärkequalität eine wichtige Rolle. Die Stärke setzt sich aus den Fraktionen Amylose und Amylopektin zusammen. Während in der Kartoffel-, Mais- und Weizenstärke das Amylopektin mit einem Anteil von ca. 75 % vorherrschend ist, gibt es z. B. bei den Erbsen Herkünfte, die bis zu 85 % Amylose in der Gesamtstärke enthalten. Bisherige eigene Untersuchungen haben vornehmlich in verschiedenen Herkünften der Gemüse-Markerbsen einen hohen Anteil von Amylose zwischen 60–84 % erkennen lassen (Tab. 4).

Die Gemüse-Markerbsen wurden bisher nahezu ausschließlich für den Frischmarkt sowie Tiefkühl- und Konservenindustrie als „Grüne Erbse“ angebaut und nicht zur Gewinnung des Trockenkorns. Im Rahmen der Evaluierungsarbeiten wurde eine Selektion auf samenertragreiche, großkörnige, frühreife, standfeste und niedrig wachsende Herkünfte der Markerbsen durchgeführt, die untereinander im Diallel gekreuzt werden. Zur Entwicklung von hochertragreichen Linien wird eine modifizierte Pedigree-Selektionsmethode angewendet.

Aufgrund von Leistungsprüfungen bei den umfangreichen Evaluierungsversuchen mit Erbsen wurden jeweils zwischen 11–17 Herkünfte als Kreuzungseltern selektiert und in verschiedenen Kreuzungsdialelen miteinander gekreuzt. Die F<sub>1</sub>-Pflanzen wie auch die Nachkommenschaften von der F<sub>2</sub>-Generation an mit 10 Pflanzen pro Einzelpflanze, wurden zur besseren Selektionsfähigkeit am Drahtgeflecht im Feld angebaut. Mit Abschluß des Forschungsprojektes stehen nun folgende Erbsengenerationen zur Verfügung (Tab. 5).

Tabelle 4: Stärke- und Amylosegehalte in Samen von Erbsen-Convarietäten

| Convarietät                  | % Stärke  |            |      |      | % Amylose |            |      |      |
|------------------------------|-----------|------------|------|------|-----------|------------|------|------|
|                              | $\bar{x}$ | + St. abw. | Min. | Max. | $\bar{x}$ | + St. abw. | Min. | Max. |
| sativum (Schal-erbsen)       | 46,3      | 2,24       | 39,5 | 52,0 | 36,2      | 3,72       | 20   | 45   |
| sativum (Körner-erbsen)      | 49,0      | 1,99       | 44,5 | 52,0 | 37,2      | 2,60       | 34   | 42   |
| medullare (Mark-erbsen)      | 27,9      | 2,16       | 22,7 | 33,2 | 65,9      | 7,40       | 48   | 84   |
| speciosum (Futter-erbsen)    | 45,3      | 1,60       | 41,9 | 48,0 | 36,0      | 2,20       | 34   | 39   |
| axiphium (Zucker-Schalerbse) | 46,0      | 2,53       | 38,2 | 51,1 | 36,5      | 2,34       | 31   | 41   |
| axiphium (Zucker-Markerbse)  | 26,7      | 2,23       | 23,0 | 31,9 | 67,2      | 7,24       | 54   | 80   |

Tabelle 5: Vorhandene Zuchtstämme und Kreuzungsgruppen bei *Pisum sativum*

| Progr. | Generation     | Kreuzungsgruppe  |
|--------|----------------|--|
| 1./1.  | F <sub>3</sub> | Körnererbsen × Leafless/Semi-leafless Typen<br>Körnererbsen × Fasciata-Typen   |
| 1./2.  | F <sub>3</sub> |  |
| 2      | F <sub>2</sub> | Körnererbsen × Markerbsen<br>Körner-/Markerbsen × Leafless/Semi-leafless Typen |
| 3      | F <sub>1</sub> |  |

In der Tabelle 6 sind wichtige agronomische Merkmale und die Ertragsleistung der selektierten Einzelpflanzen von den oben aufgeführten Programmen der Feldversuche 1986 dargestellt. Prog. Nr. 3 fehlt in der Tab. 6, da die F<sub>1</sub>-Samen erst im Oktober 1986 erstellt wurden. Die Ergebnisse der Zahlenspalte 4 (Sel. Einzelpfl. von Markerbsen) wurden an ausgelesenen Einzelpflanzen (Auslese im Feldversuch 1985) zahlreicher großkörniger und kornertragreicher Markerbsensorten der vorhandenen Herkunftssammlung ermittelt, die als Elternform in weiteren Kreuzungsdialelen dienen können.

Aus der Tabelle 6 ist zu erkennen, daß der mittlere Einzelpflanzen-ertrag von Pflanzen der F<sub>1</sub>- und F<sub>2</sub>-Generationen etwas niedriger liegt als der Ertrag der Kontroll-Elternpflanzen. Ein wesentlicher Grund dafür sind die geringen Samenerträge der Leafless-Einzelpflanzen, die den mittleren Einzelpflanzen-ertrag stark vermindern. Die weitere Selektion in den Zuchtstämmen wird vornehmlich auf standfeste Typen mit konventionellem Habitus und auf ertragreiche, standfeste Formen mit Semi-leafless Habitus durchgeführt. Den total blattlosen Formen wird nur geringe Bedeutung im Züchtungsgang eingeräumt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Feldversuche 1986 mit Zuchtstämmen von Pisum, selektierten Einzelpflanzen von Mark-  
erbsen (ME) und den Elternformen der Kreuzungsdialele als Vergleichskontrolle

| Merkmale                                   | Mittelwerte + Standardabweichung |      |                               |      |                           |      |                     |      |                     |      |
|--|----------------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
|  | Prog. 1./1.<br>F <sub>2</sub>    |      | Prog. 1./2.<br>F <sub>2</sub> |      | Prog. 2<br>F <sub>1</sub> |      | sel. Epfl. v.<br>ME |      | Kontrolle<br>Eltern |      |
| Reihennachkommenschaften:                  |                                  |      |                               |      |                           |      |                     |      |                     |      |
| Blühbeginn (T. n. Saat)                    | 60,3                             | 5,8  | 61,2                          | 3,0  | 62,4                      | 2,2  | 60,7                | 5,2  | 62,7                | 3,2  |
| Wuchshöhe in cm                            | 86,8                             | 32,2 | 71,9                          | 9,6  | 91,4                      | 30,4 | 87,2                | 11,4 | 76,2                | 28,1 |
| Anz. hülstr. Nodien                        | 8,1                              | 1,9  | 8,1                           | 1,5  | 7,3                       | 1,5  | 9,0                 | 1,6  | 8,4                 | 1,1  |
| Hülsenzahl/Pfl.                            | 15,2                             | 4,0  | 15,0                          | 3,0  | 13,6                      | 3,0  | 16,4                | 3,5  | 16,9                | 3,8  |
| Selektierte Einzelpflanzen aus den Reihen: |                                  |      |                               |      |                           |      |                     |      |                     |      |
| Reifeztp. (T. n. Saat)                     | 109,7                            | 2,8  | 109,3                         | 3,1  | 109,1                     | 3,0  | 111,3               | 3,2  | 111,7               | 2,8  |
| Wuchshöhe in cm                            | 57,5                             | 12,4 | 62,5                          | 11,3 | 77,7                      | 19,3 | 85,6                | 21,6 | 64,0                | 13,8 |
| Trockenkorngroße                           | 4,6                              | 0,7  | 4,4                           | 0,9  | 4,6                       | 0,6  | 4,5                 | 0,8  | 4,7                 | 0,9  |
| Ezlpfl. Ertrag in g                        | 32,8                             | 19,1 | 31,4                          | 15,7 | 30,6                      | 14,9 | 37,4                | 13,8 | 35,0                | 14,4 |

Die Einzelpflanzenselektion bei Markerbsen wurde durchgeführt, um hochamylosehaltige und korntrageiche Typen zu ermitteln, die als vorselektiertes Material in Kreuzungsprogrammen Verwendung finden können. Die Tab. 6 zeigt einen hohen mittleren Einzelpflanzenenertrag von 37,4 g, der Amylosegehalt variierte bei den verschiedenen Sorten zwischen 63–84 %.

messen an der insgesamt gebildeten Pflanzenmasse zu gering. Es sollte versucht werden, Formen zu entwickeln, die zur Verbesserung des Ertragsindex eine Reduzierung der vegetativen Pflanzenmasse aufweisen. Um die Mähdruschfähigkeit der Ackerbohnenpflanzen zu verbessern, ist es ferner notwendig, eine Selektion auf Pflanzen mit mittelhohem Wuchs und Frühreife durchzuführen.

### 3.2. Ackerbohnen

Die heutigen Sorten der Ackerbohne zeichnen sich durch ein Mißverhältnis von Gesamtertrag zu dem ökonomischen Ertrag aus, d. h. der erzielbare Samenertrag ist, ge-

Inhalt dieses Projektes ist die Durchführung von Kreuzungen zwischen einem großen Sortiment unserer heutigen Kultursorten aus Europa mit niedrig wachsenden, frühreifen und kleinblättrigen nordafrikanischen und afghanischen Herkünften sowie mit Sorten des Herkunftsgebietes Puffbohne (*Vicia faba major*), um neue Linien mit den zuvor erwähnten Eigenschaften zu erstellen. Weiterhin wurden Kreuzungen mit Topless-Mutanten und Pflanzen mit semiterminiertem Wuchs sowie zur Erstellung von Liniensorten Kreuzungen mit autofertilen Herkünften und der Closed-flower-Mutante durchgeführt. Zur Entwicklung von hochtragereichen Familien mit verbesserter Ertragsstabilität und verändertem Wuchshabitus wird als Zuchtmethod die Individualauslese mit Nachkommenschaftsprüfung angewendet.

Tabelle 7: Vorhandene Zuchtstämme und Kreuzungsgenerationen bei *Vicia faba*

| Progr. | Generation     | Kreuzungsgruppe  |
|--------|----------------|--|
| 1      | F <sub>4</sub> | Europ. CV V. f. × Europ. CV V. f. major<br>× Herk. aus AFG, YEM, IR              |
| 2./1.  | F <sub>3</sub> | Europ. CV V. f. × Topless- und Semiterminierte Formen                            |
| 2./2.  | F <sub>3</sub> | Europ. CV V. f. × Autofertile Formen und Closed-flower Mutante                   |
| 3      | F <sub>2</sub> | Europ. CV V. f. × Herk. aus AFG, YEM, ETH, SYR, SU und MA                        |
| 4      | F <sub>2</sub> | Europ. CV V. f. × Herk. aus AFG, ETH u. SU, F <sub>3</sub> -Pfl. des Prog. Nr. 1 |

Zahlreiche europäische Kultursorten von *Vicia* der Varietäten minor, equina und major sowie selektierte Herkünfte aus Nordafrika, Afghanistan, Äthiopien etc. und diverse Mutantenformen wurden in mehreren Dialelen miteinander gekreuzt. Die F<sub>1</sub>-Pflanzen sowie mit Beginn der F<sub>2</sub>-Generation 10 Pflanzen pro ausgelesene Einzelpflanze wurden zur Selektion in Reihen im Feld angebaut. Mit Abschluß des Forschungsprojektes stehen nun folgende Generationen zur Verfügung (Tab. 7).

Tabelle 8: Mittelwert und Standardabweichung agronomischer Merkmale der Zuchtstämme und Elternsorten von *Vicia faba*, Feldversuche 1986

| Merkmale                                   | Mittelwerte + Standardabweichung |      |                              |      |                              |      |                           |      |                     |      |
|--|----------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|---------------------------|------|---------------------|------|
|  | Prog. 1<br>F <sub>3</sub>        |      | Prog. 2./1<br>F <sub>2</sub> |      | Prog. 2./2<br>F <sub>2</sub> |      | Prog. 3<br>F <sub>1</sub> |      | Kontrolle<br>Eltern |      |
| Reihennachkommenschaften:                  |                                  |      |                              |      |                              |      |                           |      |                     |      |
| Blühbeginn (T. n. Saat)                    | 57,0                             | 4,6  | 57,1                         | 4,4  | 55,7                         | 3,7  | 58,3                      | 4,8  | 59,0                | 5,8  |
| Wuchshöhe in cm                            | 91,3                             | 13,4 | 89,5                         | 13,4 | 82,9                         | 12,3 | 89,3                      | 12,6 | 92,5                | 13,9 |
| Anz. hülstr. Nodien                        | 8,7                              | 1,8  | 9,7                          | 3,1  | 7,5                          | 1,7  | 6,9                       | 1,7  | 8,7                 | 2,2  |
| Hülsenzahl/Pfl.                            | 23,5                             | 5,3  | 19,1                         | 7,3  | 18,1                         | 5,4  | 17,8                      | 5,6  | 22,3                | 7,7  |
| Selektierte Einzelpflanzen aus den Reihen: |                                  |      |                              |      |                              |      |                           |      |                     |      |
| Reifeztp. (T. n. Saat)                     | 124,4                            | 2,5  | 123,2                        | 3,2  | 124,3                        | 2,5  | 122,1                     | 2,7  | 124,3               | 1,8  |
| Trockenkorng. (1–9)                        | 4,5                              | 1,2  | 4,2                          | 1,1  | 4,7                          | 1,0  | 4,9                       | 1,2  | 4,5                 | 1,3  |
| Einz. pfl. ertrag (g)                      | 80,7                             | 26,4 | 64,6                         | 25,5 | 73,2                         | 28,2 | 55,1                      | 28,2 | 54,4                | 10,8 |

In der Tabelle 8 sind einige wichtige agronomische Merkmale und die mittlere Ertragsleistung der selektierten Einzelpflanzen der oben genannten Programme der Feldversuche 1986 dargestellt. Die Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse einer Leistungsprüfung mit Kultursorten und Zuchtstämmen der F<sub>3</sub>- und F<sub>4</sub>-Generationen.

Tabelle 9: Leistungsprüfung bei *Vicia faba* (Sorten und Zuchtstämmen), Lat. Rechteck, n = 3, 1986

| Sorte oder Zucht <sup>1)</sup><br>generation | Varietät | Korn- <sup>2)</sup><br>ertrag in<br>dt/ha | Wuchs-<br>höhe in<br>cm | TKG in g |
|--|----------|---|-------------------------|----------|
| Alfred                                       | minor    | 52,2                                      | 115                     | 623      |
| Kristall                                     | minor    | 51,7                                      | 120                     | 509      |
| Minica                                       | major    | 59,8                                      | 100                     | 978      |
| Prerovsky Record                             | equina   | 55,9                                      | 120                     | 799      |
| Herra  | minor    | 48,1                                      | 130                     | 429      |
| Ree 78                                       | equina   | 47,5                                      | 95                      | 662      |
| Czechnicki                                   | equina   | 53,5                                      | 110                     | 774      |
| <hr/>  |          |   |                         |          |
| F <sub>3</sub> (PI371805 × Minica)           | equina   | 66,7                                      | 105                     | 699      |
| F <sub>3</sub> (PI319897 × Minica)           | minor    | 53,9                                      | 110                     | 618      |
| F <sub>3</sub> (Inovec × Minica)             | equina   | 61,5                                      | 115                     | 787      |
| F <sub>3</sub> (Liapl. Mestnyj<br>× Felix)   | equina   | 56,6                                      | 105                     | 780      |
| F <sub>3</sub> (Maris B.S.B.<br>× Minica)    | minor    | 52,8                                      | 100                     | 651      |
| F <sub>4</sub> (Minica × Kristall)           | equina   | 52,7                                      | 95                      | 689      |
| F <sub>4</sub> (Minica × Nixe)               | minor    | 59,6                                      | 105                     | 606      |

Der mittlere Einzelpflanzenenertrag von Pflanzen der Kreuzungsgenerationen liegt z.T. erheblich höher als die Ertragsleistung der in den Kreuzungsprogrammen als Eltern verwendeten Sorten und Herkünften. Auch eine Leistungsprüfung mit ausgewählten Nachkommenschaften der F<sub>3</sub>- und F<sub>4</sub>-Generation zeigt höhere Kornerträge der Zuchtstämmen gegenüber den Kontrollsorten. Erwähnenswert erscheint die Tatsache, daß die höchsten Kornertragsleistungen durch mittelsamige Ackerbohmentypen (var. equina) mit einem TKG zwischen 600 bis max. 800 g erzielt werden können.

### 3.3. Lupinen

Bei den europäischen Kulturformen der Lupine, *Lupinus luteus* und *L. angustifolius*, läßt sich das Mißverhältnis zwischen Gesamtertrag und dem ökonomischen Ertrag, d.h. dem erzielbaren Samenertrag, deutlich erkennen. Der genetisch mögliche Ertrag, gemessen an der gebildeten Blütenzahl pro Blütenstand, und der letztendlich feststellbare Hülsenansatz stehen in einem sehr ungünstigen Verhältnis zueinander. Nachdem nunmehr seit 30 Jahren keine intensive Lupinenzüchtung in der Bundesrepublik Deutschland betrieben wird, sollte es durch den Einsatz von züchterischen Maßnahmen möglich sein, die momentan nicht wettbewerbsfähige Ertragsleistung der anbaufähigen Lupinenarten zu verbessern.

Innerhalb des großen Sortiments der Sammlung von Lupinen wird auf Pflanzentypen selektiert, die eine erhöhte Fertilität mit verbessertem Hülsenansatz am Haupttrieb bei geringer Blattmassen- und reduzierter Seitentriebbildung aufweisen. Zwischen diesen selektierten Herkünften werden diallele Kreuzungen durchgeführt und anschließend in den Nachkommenschaften auf die erwähnten Zuchtziele hin ausgelesen. Zur Entwicklung von hochertragreichen

Linien bzw. Familien wird bei *L. angustifolius* die Single-Seed-Descent-Methode und bei *L. luteus* die Individualauslese mit Nachkommenschaftsprüfung angewendet.

#### 3.3.1. *Lupinus luteus*

Zahlreiche selektierte Sorten bzw. Herkünfte wurden in mehreren Kreuzungsdiallelen miteinander gekreuzt. Der Anbau der Nachkommenschaften erfolgte in gleicher Weise wie bei den Ackerbohnen. Bei dem Progr. Sel. 1 wurden von 100 Herkünften aus dem Parzellenanbau 1984 Einzelpflanzen mit sehr gutem Hülsenansatz am Haupttrieb und Frühreife geerntet und 1985 bzw. 1986 zur weiteren Selektion angebaut. Diese vorselektierten Einzelpflanzen können als Kreuzungseltern Verwendung finden. Bei *L. luteus* stehen nun folgende Generationen zur Verfügung (Tab. 10).

Tabelle 10: Vorhandene Zuchtgenerationen bei *Lupinus luteus*

| Progr. | Generation     | Kreuzungsgruppe   |
|--------|----------------|---|
| 1./1.  | F <sub>3</sub> | Europäische Herkünfte (Sorten,<br>Landsorten, Stämme)                                       |
| 1./2.  | F <sub>3</sub> |   |
| 2      | F <sub>1</sub> |   |
| Sel. 1 |                | Europäische Herkünfte, im Feldversuch<br>1984 + 1985 + 1986 selektierte Einzel-<br>pflanzen |

In der Tabelle 11 sind einige wichtige agronomische Merkmale und die mittlere Ertragsleistung der selektierten Einzelpflanzen der genannten Programme aus dem Feldversuch 1986 dargestellt. Die F<sub>1</sub>-Generation des Progr. Nr. 2 wurde erst 1986 (Juni/Juli) im Gewächshaus erstellt und wird erstmals 1987 im Feld angebaut.

Der mittlere Einzelpflanzenenertrag der selektierten Einzelpflanzen der Zuchtstämmen liegt z.T. erheblich über der Ertragsleistung der zur Kontrolle angebauten Elternsorten der Kreuzungsdiallele. Bei *L. luteus* wird ausschließlich eine Selektion auf alkaloidarme Formen betrieben, da bei diesem fakultativen Fremdbefruchter ein mögliches Einkreuzen der Gene für Alkaloidhaltigkeit im Zuchtfeld vermieden werden soll.

#### 3.3.2. *Lupinus angustifolius*

Die Blaue Lupine wird am Institut mit etwas geringerer Intensität züchterisch bearbeitet als die Gelbe Lupine. Wie schon unter Punkt 3.3. erwähnt, wird bei *L. angustifolius* als Zuchtmethode die Single-Seed-Descent-Methode verfolgt. Die Samen der F<sub>1</sub>-Pflanzen wurden einzelpflanzenweise geerntet und mit 10 Pflanzen pro F<sub>1</sub>-Einzelpflanze im Feld als F<sub>2</sub>-Generation angebaut. Mit Beginn der F<sub>2</sub>-Generation wurde jedes Jahr in den Nachfolgegenerationen 1 Same pro Pflanze geerntet und im darauffolgenden Jahr wieder angebaut. Folgende Generationen stehen bei *L. angustifolius* zur Verfügung (Tab. 12).

Um dem Sinn dieser Zuchtmethode Rechnung zu tragen, nämlich Reduzierung des Arbeitsaufwandes bis zur Erzielung eines ausreichenden Homozygotiegrades der Nachkommenschaften des Selbstbefruchters Blaue Lupine, wurden ab der F<sub>2</sub>-Generation keine wesentlichen Feldbonituren mehr durchgeführt. In Tabelle 13 sind die ermittelten

Tabelle 11: Ergebnisse der Feldversuche 1986 mit Zuchtstämmen und Kontrollsorten von *Lupinus luteus*

| Merkmale                                   | Mittelwerte + Standardabweichung |      |                               |      |              |      |                     |      |
|--|----------------------------------|------|-------------------------------|------|--------------|------|---------------------|------|
|  | Prog. 1./1.<br>F <sub>3</sub>    |      | Prog. 1./2.<br>F <sub>3</sub> |      | Prog. Sel. 1 |      | Kontrolle<br>Eltern |      |
| Reihennachkommenschaften:                  |                                  |      |                               |      |              |      |                     |      |
| Blühbeginn (T. n. Saat)                    | 73,6                             | 2,3  | 74,9                          | 4,7  | 76,7         | 10,6 | 74,5                | 2,2  |
| Wuchshöhe in cm                            | 58,0                             | 6,3  | 58,0                          | 6,8  | 50,3         | 7,5  | 52,8                | 8,3  |
| Lagerneigung (1-9)                         | 4,3                              | 1,5  | 4,1                           | 1,5  | 3,3          | 1,6  | 3,7                 | 1,2  |
| Hülsenzahl/Pfl.                            | 28,4                             | 3,7  | 28,7                          | 2,8  | 28,5         | 2,5  | 30,0                | 2,3  |
| Selektierte Einzelpflanzen aus den Reihen: |                                  |      |                               |      |              |      |                     |      |
| Reifeztp. (T. n. Saat)                     | 127,4                            | 3,3  | 126,7                         | 2,4  | 127,5        | 4,6  | 127,9               | 3,6  |
| Alkaloidgehalt                             | Süßlup.                          |      | Süßlup.                       |      | Süßlup.      |      | Süßlup.             |      |
| Trockenkorngroße                           | 4,2                              | 0,6  | 4,4                           | 0,7  | 4,6          | 0,8  | 4,5                 | 0,7  |
| Ezplf. Ertrag in g                         | 54,2                             | 19,0 | 47,8                          | 14,7 | 46,5         | 17,2 | 39,9                | 14,4 |

Tabelle 12: Vorhandene Zuchtstämme und Kreuzungsgruppen bei *Lupinus angustifolius*

| Prog. | Generation     | Kreuzungsgruppe  |
|-------|----------------|--|
| 1 A   | F <sub>4</sub> | Europäische, australische, nordamerikanische und südafrikanische Herkünfte (Sorten, Landsorten, Linien etc.) |
| 1 B   | F <sub>3</sub> |  |
| 2     | F <sub>2</sub> |  |

Tabelle 13: Ergebnisse des Feldversuchs 1986 mit Zuchtstämmen von *Lupinus angustifolius* (F<sub>1</sub>-Pflanzen)

| Merkmale                | Mittelwert + Standardabweichung<br>Prog. 2/F <sub>1</sub> |
|-------------------------|---|
| Blühbeginn (T. n. Saat) | 75,1 +/- 4,6  |
| Hülsenzahl (Haupttrieb) | 7,5 +/- 1,8   |
| Kornzahl/Hülse          | 5,2 +/- 0,5   |
| Reifezpkt. (T. n. Saat) | 128,8 +/- 2,8   |
| Trockenkorngroße (1-9)  | 7,3 +/- 0,9   |
| Ezplf. Ertrag in g      | 47,1 +/- 35,7   |

Ergebnisse der F<sub>1</sub>-Generation des Prog. Nr. 2 des Feldversuchs 1986 dargestellt.

Der mittlere Einzelpflanzenenertrag liegt in der Größenordnung der Erträge von *Lupinus luteus*. Bei *L. angustifolius* werden alkaloidarme und alkaloidhaltige Linien angebaut.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die heimischen Körnerleguminosen stellen eine pflanzliche Rohstoffquelle dar, die bisher vernachlässigt wurde, die aber in Zukunft aus agrarpolitischen, rohstoffwirtschaftlichen und ökologischen Gründen wieder eine hohe Bedeutung erlangen kann.

Zur Reduzierung der wachsenden Überproduktion auf den Nahrungsmittelmärkten bietet es sich an, im Nichtnahrungsbereich nach neuen Marktchancen für die Landwirtschaft zu suchen. Eine Produktionsalternative stellt dabei die Verwendung von Körnerleguminosen im Industriepflanzenanbau zur Erzeugung von Chemiegrundstoffen, wie z. B. Stärke, Proteine, Fett etc. dar.

Für die Eingliederung der genannten Körnerleguminosenarten in die Fruchtfolgesysteme des Industriepflanzenanbaus ist es unbedingt erforderlich, die Kornertragsleistung der Pflanzen zu erhöhen und die Ertragsstabilität zu verbessern, damit ein wettbewerbsfähiger Anbau dieser Kulturarten möglich ist. Mit Hilfe dieses Forschungsprojektes wird angestrebt, hochertragreiche Basispopulationen mit erhöhter Ertragsstabilität und verbessertem Gehalt an Sameninhaltsstoffen (Stärke, Amylose und Protein) bei Körnererbsen, Ackerbohnen und Lupinen zu erstellen.

Aufgrund der ersten Ergebnisse aus Kreuzungsprogrammen kann gesehen werden, daß bei den genannten Arten deutliche Ertragssteigerungen zu erwarten sind und damit ein wettbewerbsfähiger Anbau erreicht werden kann. Die jahrzehntelange Vernachlässigung dieser Arten kann naturgemäß nicht in wenigen Jahren aufgeholt werden, aber dennoch ist davon auszugehen, daß unter Ausnutzung aller pflanzenzüchterischer Maßnahmen und bei intensiver kontinuierlicher Bearbeitung in 4-6 Jahren Basispopulationen dieser Arten für den Anbau von speziellen Sorten für die Nutzung im Industriepflanzenanbau zur Verfügung stehen können.

#### Development of basic populations of pea, lupin and Phaseolus-bean with high grain yields for the production of chemical raw materials as starch, protein, oil, lecithin and others

The native grain legumes are a source for raw materials derived from plants which have been neglected up to now, but can be very important in the future due to agropolitical, economical and ecological reasons.

In order to reduce the increasing surplus production on the food market one alternative is to look for new markets for agricultural products on the non-food-sector. One production alternative would be the utilization of grain legumes for industrial purposes, f. e. for the production of chemical raw materials as starch, protein, fat etc.

To include grain legume varieties into crop rotations for industrial purposes it is essential to increase grain yield and to improve yield stability in order to guarantee competitive cultivation of these crops. By means of this research project it is intended to establish high yielding basic populations with increased yield stability and improved seed contents as starch, amylose and protein in grain peas, field beans and lupins.

The first results of crossing experiments showed that distinct yield increases can be expected for the species mentioned and that competitive cultivation can be achieved. Neglecting these crops for decades can naturally not be made up for in a few years, but nevertheless it is to be assumed that by using all plant breeding measures and intensive continuous cultivation basic populations of these species can be available for the cultivation of specific varieties for industrial utilization in about 4–6 years.

#### Literatur

Dambroth, M.: Großsamige Körnerleguminosen, eine pflanzliche Rohstoffquelle im Dornröschenschlaf. Agrar-Übersicht 9, (1983), S. 22–25/36–37.

Dambroth, M.: Für die Landwirtschaft eröffnen sich viele pflanzenbauliche Produktionsalternativen. Agrar-Übersicht, 37. Jahrg., Heft 6, (1986), S. 16 ff.

Dambroth, M.: Die Wiederentwicklung des Industriepflanzenbaues – eine Herausforderung an die Pflanzenzüchtung. Lohnunternehmer-Jahrbuch 1987, S. 104–120.

Schröder, G.: 15 Years Collection and Utilisation of Plant Genetic Resources – Concepts and Pathways for Legumes. Proc. of a Colloquium held in Braunschweig, 3rd–6th Dec. 1985, S. 118–127.

Schröder, G.: Genetische Ressourcen der Körnerleguminosen und Wege ihrer Nutzbarmachung. Votr. Pflanzenzüchtg. 10, (1986), S. 182–196.

Verfasser: Schröder, Günter, Dr. rer. nat.; Dambroth, Manfred, Prof. Dr. agr., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiter: Prof. Dr. agr. Manfred Dambroth.