



**Evaluierung von Genressourcen von weißer Lupine zur Verbesserung der Resistenz gegen den Anthraknose-Pilz zur züchterischen Entwicklung von hochwertigen Eiweißpflanzen für die menschliche und tierische Ernährung mit Eignung für den Anbau im ökologischen Landbau**

**Herausgeberin:**

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
53168 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280 (Zentrale)

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: [geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de](mailto:geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de)

Internet: [www.bundesprogramm-oekolandbau.de](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de)

Finanziert vom Bundesministerium für  
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft  
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

**Auftragnehmer:**

Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf  
Bezirk Mittelfranken  
Abteilung Saatzucht/ Nachwachsende Rohstoffe  
Am Kreuzweiher 5  
91746 Weidenbach  
- Auftragnehmer –

Forschungsprojekt Nr. 514-43.10/02OE241

**Evaluierung von Genressourcen von weißer Lupine zur Verbesserung der Resistenz gegen den Anthraknose - Pilz zur züchterischen Entwicklung von hochwertigen Eiweißpflanzen für die menschliche und tierische Ernährung mit Eignung für den Anbau im ökologischen Landbau**

Laufzeit: 01.06.2002 bis 31.12.2003

Berichtszeitraum: 01.06.2002 bis 31.10.2003

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:

Gesellschaft zur Förderung der Lupine (G. F. L.) e. V.,  
Herr Dr. Römer, Saatzucht Dr. Späth, Rastatt

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA),  
Frau Dr. Uta Feiler  
Königin Luise Str. 19  
14195 Berlin

Landesanstalt für Landwirtschaft  
Herrn Dr. W. Münzer  
Lange Point  
85354 Freising

**Evaluierung von Genressourcen von weißer Lupine zur Verbesserung der Resistenz gegen den Anthraknose - Pilz zur züchterischen Entwicklung von hochwertigen Eiweißpflanzen für die menschliche und tierische Ernährung mit Eignung für den Anbau im ökologischen Landbau**

Zusammenfassung

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

2. Material und Methoden

3. Ergebnisse

3.1 Befallsverlauf und Ergebnisse

3.2 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau

3.2.1 Möglichkeiten der Umsetzung

3.2.2 Vorschläge für die Weiterverwendung der Ergebnisse

4. Gegenüberstellung der geplanten und der tatsächlich erreichten Ziele

5. Literaturverzeichnis

## **Zusammenfassung**

Im Projekt zur Evaluierung von Genbanklinien von *Lupinus albus* L. konnte gezeigt werden, dass Variabilität in der natürlichen genetischen Resistenz gegen den pilzlichen Erreger der Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) vorhanden ist. Acht Prüfstämme (BGRC-3931, LUP 2029, BGRC-3920, LUP 210, LUP B 1097, BGRC-3907, LUP 2042, BGRC-3907, LUP 2042, BGRC-3969) zeigten in zwei Untersuchungsjahren eine deutlich bessere Resistenz als der Durchschnitt. Der Stamm mit der besten Resistenz (BGRC-3931) zeigte im zweijährigen Durchschnitt etwa 25% der Anfälligkeit der anfälligsten Sorte.

## **Summary**

In an evaluation project we cultivated gene bank varieties of *Lupinus albus* L. We found, that natural resistance variability against the fungus *Colletotrichum lupini* does exist. Eight varieties (BGRC-3931, LUP 2029, BGRC-3920, LUP 210, LUP B 1097, BGRC-3907, LUP 2042, BGRC-3907, LUP 2042, BGRC-3969) brought a better level of resistance than the average. The variety with the best resistance (BGRC-3931) had only 25% of the susceptibility of the variety with the highest susceptibility.

## **1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts**

Die weiße Lupine (*Lupinus albus* L.) ist in zweierlei Hinsicht für den ökologischen Landbau interessant. Zum Einen ist es ihre Fähigkeit, Böden tief zu durchwurzeln und Wasser und Nährstoffe aus tieferen Schichten aufzunehmen, so die Böden tief zu durchwurzeln, zu lockern und selbst Stickstoff zu sammeln, zum Anderen kann sie hohe Erträge essentiell wertvoller Proteine für die menschliche und tierische Ernährung liefern.

Der Lupinenanbau ist jedoch stark durch den samenübertragbaren Anthraknose-Pilz gefährdet. Selbst ein sehr geringer Verseuchungsgrad des Saatgutes kann bei entsprechenden Witterungsbedingungen zu großen wirtschaftlichen Verlusten führen. Die derzeit zugelassenen Sorten haben ein

völlig unzureichendes Resistenzniveau. Der Anbau einer der derzeit zugelassenen Sorten stellt im Regelfall für den Erzeuger ein hohes Ertragsausfallrisiko dar. Unter anderem deshalb hat der Lupinenanbau in Deutschland nur eine geringe Bedeutung.

Der ökologische Landbau ist jedoch für die Tierernährung aus Gründen der Herkunftssicherheit auf die Eigenerzeugung qualitativ hochwertiger Eiweißfuttermittel angewiesen.

Die Nachfrage von Lupinenprodukten für die menschliche Ernährung aus heimischer Erzeugung nimmt ebenfalls zu. Eine Reihe von Herstellern kann den Rohstoffbedarf aus heimischer Erzeugung nicht decken.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, Genbankherkünfte auf ihre Resistenz gegen den Erreger der Anthraknose, den Pilz *Colletotrichum lupini*, zu untersuchen und Herkünfte mit deutlich besserer Resistenz zu finden. Geplant ist, diese als Kreuzungspartner für ein Züchtungsprogramm zu verwenden.

## 1.1 Planung und Ablauf

Das vorliegende Projekt hatte eine Laufzeit von 14 Monaten; es erstreckte sich über zwei Vegetationsperioden.

Im durchgeführten Vorhaben sollten Genbankherkünfte untersucht werden. Das Material sollte in einem Beobachtungsanbau auf sein Resistenzverhalten gegen den pilzlichen Erreger der Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) evaluiert werden. Geplant war ein zweijähriger Anbau der Genbanklinien. Ziel war es, Grundlagenmaterial in Form von Kreuzungseltern für ein von uns angestrebtes Züchtungsprogramm mit weißer Lupine zu entwickeln. Vorgesehen war eine Selektion von Einzelpflanzenlinien aus den Genbankherkünften mit dem Ziel, die Variabilität der Saatgutmuster auszuschöpfen und Genotypen mit der besten Feldresistenz zu selektieren.

Die Versuchsanordnung war auf das epidemiologische Verhalten des Anthraknoseerregers ausgerichtet. Der Pilz ist nicht sehr beweglich (1).

Die Infektionsparzellen wurden in einem Raster angeordnet, das höchstmögliche Infektionssicherheit und vor allem eine möglichst gleichmäßige, differenzierende Infektion zur Differenzierung der Genotypen gewährleistet. Aufgrund von eigenen Erkenntnissen und Recherchen (2) würde eine Rasteranordnung die Anforderungen am besten erfüllen. Aufgrund eigener Beobachtungen in einem anderen eigenen Versuch war der Pilz unter nicht idealen Infektionsbedingungen lediglich in der Lage, sich von einer einzigen befallenen Pflanze aus innerhalb einer Vegetationsperiode an unserem Standort in einem Radius von bis zu drei Metern sicher auszubreiten.

In allen Anbaujahren konnte das Material rechtzeitig und unter guten Bedingungen ausgesät werden. Die Körner wurden per Hand in vormarkierte Rillen ausgelegt. Der Feldaufgang war ohne Fehlstellen.

Die Bedingungen in den beiden Projektjahren waren an unserem Standort für die Befallsentwicklung nicht ideal, wenngleich ein klar bonitierbarer Befall auftrat. Im Jahr 2002 trat wegen der kühlen Mai- und Juniwitterung ein ausgesprochener Spätbefall auf, im Jahr 2003 stellte die außerordentlich heiße Witterung ein deutliches Infektionshemmnis dar. Deshalb konnten in beiden

Jahren nur jeweils zwei Bonituren durchgeführt werden. Erfasst wurden Früh- und Spätsymptome.

Das Prüfungsmaterial wurde zweimal bonitiert. Ziel war es, eine Einstufung mit der Beurteilung der partiellen Resistenz zu erreichen. Wegen des Materialumfanges wurde nicht der prozentuale Befall erfasst, sondern es wurde die BBA–Boniturskala 1 – 9 auf der Grundlage des nachstehend dargestellten Boniturschemas angewandt. Das Schema wird bei entsprechender Anpassung auch zur Bonitur der Wertprüfungen des Bundessortenamtes für andere Erreger angewendet. Eine spezielle Untersuchung der Resistenztypen würde ein gesondertes Forschungsvorhaben erforderlich machen. Die angewandte Bonitierungsmethode ist geeignet, eine ausreichende Differenzierung des zu untersuchenden Materials zu gewährleisten.

#### **Boniturschema:**

| Boniturnote: | Beschreibung        | prozentualer Befall<br>Pflanze |
|--------------|---------------------|--------------------------------|
| <b>1</b>     | befallsfrei         | 0 %                            |
| <b>3</b>     | geringer Befall     | 5 %                            |
| <b>5</b>     | mittlerer Befall    | 10 %                           |
| <b>7</b>     | starker Befall      | 25 %                           |
| <b>9</b>     | sehr starker Befall | >50 %                          |

Der Befall wurde nicht, wie angestrebt, nach der Formel für die Errechnung des mittleren Befalls (BBA, RESI 374. 2000) errechnet, sondern die Befallsverrechnung erfolgte mit dem Statistikprogramm ANOFT (Nearest Neighbour Methode).

Weiterhin wurden die agronomischen Eigenschaften erfasst. Diese Parameter sind jedoch primär für unsere eigene Verwendung als Kreuzungseltern interessant und waren nicht Bestandteil des Projekts.

Nach Abschluss der zweijährigen Arbeiten werden die Varietäten mit guter Resistenz als Kreuzungseltern verwendet. Geplant ist ein Züchtungsprogramm

mit einem diallelen Kreuzungsprogramm gefolgt von einem rekurrenten Selektionsprogramm. Ziel ist die Züchtung von Süßlupinensorten mit ausreichender Resistenz gegen den Erreger der Anthraknose.

## **1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

An Erkenntnissen über das Resistenzverhalten von Genotypen gegen den Erreger der Anthraknose lagen nur Hinweise (1) (3) vor. Erste eigene Beobachtungen beim Beobachtungsanbau verschiedener Varietäten im Jahr 2001 bestätigten die Annahme, dass die weiße Lupine in der Anfälligkeit gegen die Anthraknose Variabilität besitzt. Ein Auffinden von verbesserter Resistenz schien wahrscheinlich.

## **2. Material und Methoden**

Das untersuchte Material bestand ursprünglich aus 35 Genbankherkünften, nämlich aus 22 Herkünften von der Genbank Gatersleben (LUP), aus 13 Herkünften von der Genbank Braunschweig (GBRC) und aus fünf Sorten. Ziel des Projektes war es, die Variabilität hinsichtlich der Anthraknoseresistenz der einzelnen Herkünfte auszuloten und die besten Resistenzausprägungen als Kreuzungseltern zu nutzen. Grundlage war die Einzelpflanzenernte aus einer Vermehrung von Saatgut aus der Genbank aus dem Jahr 2001, die für den Anbau 2002 von Einzelpflanzenlinien vorgesehen waren. Im Jahr 2002 wurden 127 und im Jahr 2003 132 Linien (bzw. Sorten) geprüft. Die Zahl der Linien pro Herkunft schwankte, da von jeder Herkunft nur die besten Einzelpflanzenlinien der einzelnen Herkünfte wieder angebaut wurden. Die eingetragenen Sorten waren nicht in allen Anbaujahren vollständig vertreten, da teilweise kein Saatgut zur Verfügung stand. Es wurden ausschließlich Herkünfte von *Lupinus albus* L. untersucht (Übersicht).

Übersicht:

**Lupinus albus**  
**Geprüfte Sorten 2002 und 2003**

| <b>Lfd.<br/>Nr.</b> | <b>Bezeichnung</b>                   | <b>Zahl<br/>Linien<br/>1. Jahr</b> | <b>Zahl<br/>Linien<br/>2. Jahr</b> |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1                   | LUP 210                              | 6                                  | 4                                  |
| 2                   | LUP 211                              | 7                                  | 4                                  |
| 4                   | LUP 262                              | 3                                  | 1                                  |
| 5                   | LUP 286                              | 10                                 | 2                                  |
| 6                   | LUP 300                              | 5                                  | 4                                  |
| 7                   | LUP 2007                             | 3                                  | 2                                  |
| 9                   | LUP 2029                             | 5                                  | 7                                  |
| 10                  | LUP 2042                             | 6                                  | 5                                  |
| 11                  | LUP 2078                             | 1                                  | 1                                  |
| 12                  | LUP 2088                             | 1                                  | 0                                  |
| 13                  | LUP B 1097                           | 4                                  | 7                                  |
| 14                  | LUP B 1493                           | 10                                 | 8                                  |
| 16                  | LUP B 1647                           | 2                                  | 2                                  |
| 22                  | LUP B 1654                           | 7                                  | 5                                  |
| 23                  | BGRC 3907                            | 3                                  | 8                                  |
| 24                  | BGRC 3908                            | 6                                  | 5                                  |
| 25                  | BGRC 3915                            | 4                                  | 9                                  |
| 26                  | BGRC 3916                            | 3                                  | 2                                  |
| 27                  | BGRC 3917                            | 6                                  | 5                                  |
| 28                  | BGRC 3918                            | 7                                  | 15                                 |
| 30                  | BGRC 3920                            | 5                                  | 9                                  |
| 31                  | BGRC 3929                            | 4                                  | 3                                  |
| 32                  | BGRC 3931                            | 5                                  | 8                                  |
| 33                  | BGRC 3952                            | 3                                  | 1                                  |
| 34                  | BGRC 3962                            | 5                                  | 5                                  |
| 35                  | BGRC 3969                            | 2                                  | 7                                  |
| 36                  | FELI                                 | 1                                  | 1                                  |
| 38                  | AMIGA                                | 1                                  | 1                                  |
| 39                  | BARDO                                | 1                                  | 0                                  |
| 40                  | FORTUNA                              | 1                                  | 1                                  |
|                     | Gesamt:                              | 127                                | 132                                |
|                     | <b>Anz. Wiederholungen, wertbar:</b> | <b>(2) 1</b>                       | <b>2</b>                           |

|   |
|---|
| ( ) = angelegte Wiederholungen, nicht wertbar |
|---|

Die Infektion sollte durch systematisch abwechselnden Anbau der Prüfsorten mit einer Infektionssorte gewährleistet werden (Darstellung 1). Die Infektionssorte bestand aus verseuchtem Saatgut der Sorte AMIGA. Der Verseuchungsgrad des Saatgutes lag je nach Untersuchung zwischen 5 und 100 %. Das Kornmaterial wurde von Prof. Dr. W. Ahrens, FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf untersucht. Untersucht wurde nach der Methode Feiler/Nierenberg (11). Eine Untersuchung der Pathotypen in Bezug auf ihr Virulenzverhalten wurde nicht durchgeführt. Das verseuchte Ausgangssaatgut der Infektionssorte war uns 2001 von der Saatzucht Dr. Späth zur Verfügung gestellt worden.

**Darstellung 1**

**Anthraknose Infektionsprüfung  
Anlageplan, Schema**

Körner/Parzelle (einreihig): 10  
 Reihenabstand: 30 cm  
 Reihenlänge: 150 cm + 50 cm Weg  
 Parzellengröße: 0,45 m<sup>2</sup>

| Wiederholung             | 1     | 2     |
|--------------------------|-------|-------|
| Randparzelle: je 1 Reihe | Amiga | Amiga |
| Randparzelle: je 1 Reihe | Amiga | Amiga |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 101   | 109   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 102   | 104   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 103   | 107   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 104   | 112   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 105   | 110   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 106   | 105   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 107   | 106   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 108   | 101   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 109   | 111   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 110   | 103   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 111   | 108   |
| Parzelle: je 1 Reihe     | 112   | 102   |
| Randparzelle: je 1 Reihe | Amiga | Amiga |
| Randparzelle: je 1 Reihe | Amiga | Amiga |

Infektionssorte:

Die erste Aussaat erfolgte im Jahr 2002 bereits vor Projektbeginn, da die Genehmigung des Projektes erst Ende Mai, Anfang Juni zu erwarten war. Die Ansprüche der Fruchtart lassen einen Anbau zum Aufwuchs normal entwickelter Pflanzen nicht mehr zu. Zum Anbau der Prüfsorten kam noch die halbe Anzahl Parzellen in Form der Infektionssorte hinzu.

Die Körner wurden in markierte Rillen per Hand ausgelegt. Aussaattermine waren 03.04.2002 und 27.03.2003.

Die Prüfparzellen bestanden aus einreihigen Reihenparzellen. Der Reihenabstand betrug 30 cm, die Reihenlänge 150 cm, die Parzellengröße 0,45 m<sup>2</sup>. Pro Reihe wurden 10 Körner ausgelegt. Ein Weg von 50 cm trennte die Parzellen. (Darstellung 1), links und rechts von zwei Prüfsorten stand die Infektionssorte. So hatte jede Prüfsorte immer die Infektionssorte als Nachbar. Das Infektionssaatgut wurde jährlich mit der Aussaat von verseuchtem Saatgut selbst erzeugt.

Der Beobachtungsanbau war in zwei Wiederholungen angelegt. Die zweite Wiederholung war nach der Methode „Excel Zufallszahl“ randomisiert, sodass eine Verrechnung über das Statistikprogramm ANOFT (nearest neighbour analysis) erfolgen konnte. Die Infektionssorte blieb jedoch im bereits dargestellten Raster angeordnet. Im Anlageplan (Darstellung 1) stellen die schraffierten Parzellen die Infektionssorte Amiga dar.

### **3. Ergebnisse**

Die Evaluierung von weißer Lupine auf ihre Anthraknoseresistenz war im Prinzip Neuland. Unsere Arbeit sollte Basismaterial mit einer möglichst hohen Feldresistenz für ein Züchtungsprogramm hervorbringen. Inwieweit dies gelungen ist soll im folgenden Teil dargestellt werden.

### 3.1 Befallsverlauf und Ergebnisse

Die beiden Beobachtungsjahre 2002 und 2003 waren von der Witterung her sehr verschieden.

#### Wetterdaten, Tagedurchschnittswerte im Vegetationszeitraum: Durchschnitt in den Monaten April – August 2002 und 2003

| Jahr        | 200 cm Tages mittel °C                    | 200 cm Tages mini mum °C | 200 cm Tages maxi mum °C | 20 cm Tages mittel °C | 20 cm Tages min imum °C | 20 cm Tages max. °C | Boden 5 cm °C Mittel | Boden 20 cm °C Mittel | Luft feuch te 200 cm % | Wind geschw. 250 cm m/s | Nieder schlag mm |        |
|-------------|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------|--------|
|             | Global strahlung Summe W/h m <sup>2</sup> |                          |                          |                       |                         |                     |                      |                       |                        |                         |                  |        |
| <b>2002</b> | 14,8                                      | 9,0                      | 20,8                     | 14,3                  | 7,3                     | 21,4                | 16,0                 | 15,4                  | 76,3                   | 1,3                     | 325,2            | 741262 |
| <b>2003</b> | 16,9                                      | 9,9                      | 23,9                     | 16,8                  | 8,7                     | 25,2                | 19,1                 | 18,1                  | 19,7                   | 0,8                     | 178,3            | 785363 |

Quelle: (4)

### **Infektionsbedingungen:**

Das Jahr 2002 hatte im Vegetationszeitraum gemäßigte Witterung mit einer gleichmäßigen Niederschlagsverteilung und einer hohen durchschnittlichen Luftfeuchte (76,3 %). Das Jahr 2003 brachte eine völlig gegensätzliche Wettersituation. Die Luftfeuchte in 200 cm Höhe betrug nur  $\frac{1}{4}$  des Vorjahreswertes. Das Mittel der Temperaturmaxima betrug 2002 23,3 °C und 2003 27,0 °C. Die Globalstrahlung lag im Beobachtungszeitraum in der Summe um ca. 44 000 W/h m<sup>2</sup> höher, als im Vorjahr.

Der Pilz konnte sich im Jahr 2003 nur an drei Terminen, von Regenfällen begünstigt vermehren. Die Infektionstermine lagen Mitte Mai, Mitte Juni und Anfang Juli. In der übrigen Zeit herrschten keine Infektionsbedingungen.

Zunächst sollen die Ergebnisse der Einzeljahre vorgestellt werden:

### **Beobachtungsanbau 2002:**

Im Jahr 2002 war nur eine Wiederholung auswertbar, da die zweite Wiederholung fast vollständig durch eine Nässestelle, verursacht von hohen Niederschlägen im Monat April so sehr beeinträchtigt war, dass die Pflanzen sehr stark unter Nässestress litten. Lediglich ein Krüppelwuchs mit einer Wuchshöhe von 10 bis 20 cm war der Fall. Die nicht vernässte Wiederholung entwickelte sich normal. Wegen der kühlen Witterung trat der Anthraknosebefall relativ spät auf. Der kurze Befallsverlauf war sehr aggressiv. Die befallenen Pflanzen waren fast ausschließlich so stark geschädigt, dass kein Hülsenansatz erfolgte. Der Befall wurde mit der bereits beschriebenen Boniturskala 1 – 9 erfasst.

**Bild 1:**



Befallsbild 2002: Links eine Sorte mit hoher Resistenz, rechts die Infektionsorte AMIGA

**Darstellung 2:**

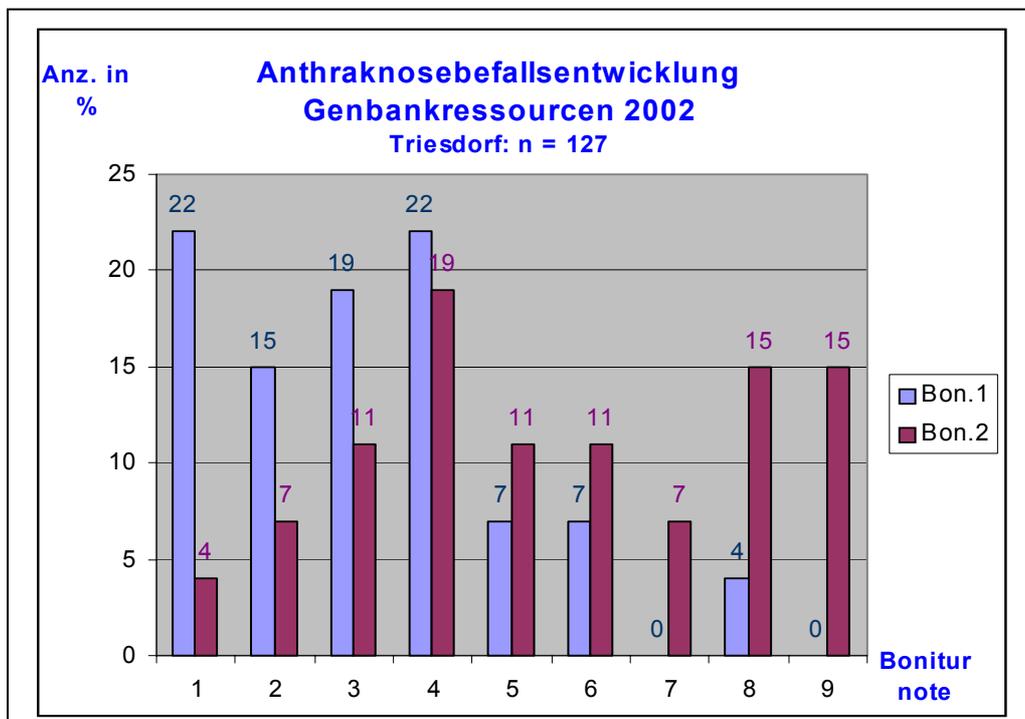


Bild 1 zeigt die Befallsituation im Jahr 2002. Die Befallsbonituren sind in Darstellung 2 graphisch aufbereitet.

Die graphische Darstellung zeigt die prozentualen Anteile von Prüfgliedern entsprechend der jeweiligen Boniturnoten. Die Boniturnoten von 1 – 9 sind auf der x – Achse zu finden, die y – Achse enthält die Prozent–Skala. Die jeweils linken Säulen stellen die Anteile der ersten Bonitur dar, die rechten die zweite. Die durchschnittliche Anthraknosebefallbonitur aller Prüfsorten ergab bei der ersten Bonitur (Termin: 03.08.02) die Note 3,1, bei der zweiten (Termin: 22.08.02) die Note 5,5. Wegen der raschen Befallsentwicklung liegen die Boniturtermine relativ eng beieinander. Der Befallszuwachs von 2,4 Boniturnoten wurde durch die einsetzende Abreife gestoppt.

Alle Infektionsparzellen der Infektionssorte Amiga wiesen Befall auf. Der Befall an der Sorte Amiga nahm von der ersten zur zweiten Bonitur von Note 5,4 auf 8,0 zu. Infektionspotential war somit in der gesamten Anlage vorhanden.

### **Beobachtungsanbau 2003:**

Die Bestandes- und Pflanzenentwicklung war trotz der extremen Witterung gut. Die Eigenschaften von *Lupinus albus*, trockene Aufwuchsbedingungen gut zu tolerieren, kamen der Lupine sehr entgegen. Problematisch war diese Witterung für die Entwicklung von *Colletotrichum lupini*. Anfangs trat fast ausschließlich Stängelbefall auf, der Hülsenbefall war erst bei der zweiten Bonitur deutlich zu erfassen. Da die Befallsentwicklung nicht abzusehen war, wurde eine getrennte Erfassung des Stängelbefalls und des Hülsenbefalls durchgeführt.

Zur besseren Interpretierbarkeit der Befallsentwicklung ist der Befall der Infektionssorte AMIGA an beiden Boniturterminen bereits an dieser Stelle dargestellt.

### **Darstellung 3:**

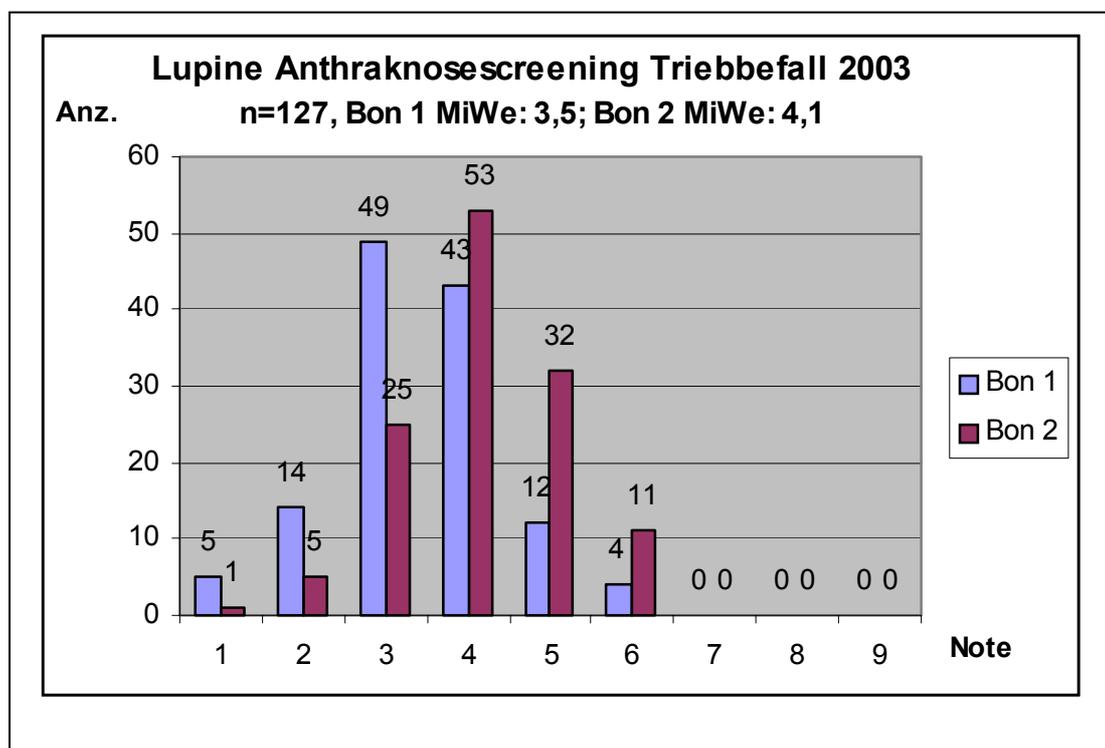
#### **Befallsentwicklung der Infektionssorte 2003**

| Stängelbefall |        | Hülsenbefall |        |
|---------------|--------|--------------|--------|
| Bon. 1        | Bon. 2 | Bon. 1       | Bon. 2 |
| 5,3           | 6,3    | 1,8          | 4,8    |

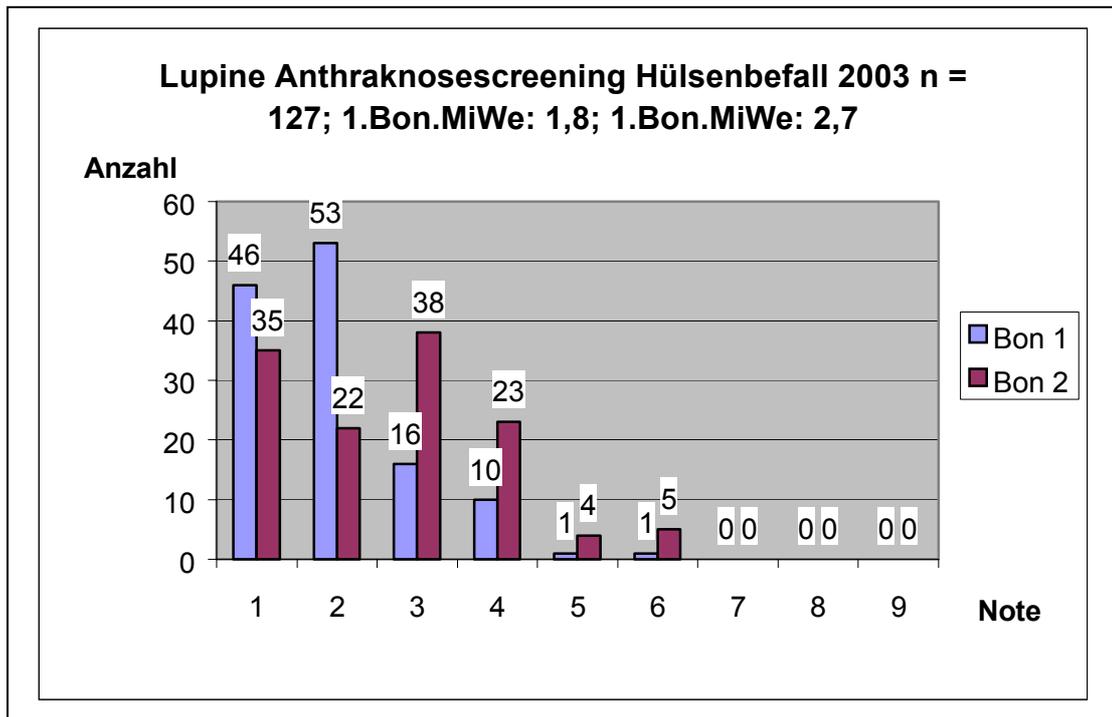
Am stärksten war die Befallszunahme beim Hülsenbefall.

Der Durchschnittsbefall der Sorte AMIGA beim Stängelbefall nahm von der ersten (am 04.07.03) zur zweiten Bonitur (am 27.07.03) von Boniturnote 5,3 auf 6,3 zu, beim Hülsenbefall von 1,8 auf 4,8. Die Prüfsorten (Genbankherkünfte) reagierten nicht mit so deutlicher Befallszunahme. Der Stängelbefall nahm von Bonitur 1 (Bon 1) von Boniturnote 3,5 zu Bonitur 2 auf Boniturnote 4,1 zu. Dies dürfte im verbesserten Resistenzniveau durch die Selektion begründet sein. In den nachfolgenden Graphiken ist die Verteilung der Prüfsorten in absoluten Zahlen bei Stängel- und Hülsenbefall an den entsprechenden Boniturnoten dargestellt.

**Darstellung 4:**



**Darstellung 5:**



( MiWe = Mittelwert )

Der Hülsenbefall nahm im Versuchsdurchschnitt von Bonitur 1 (Bon 1) mit der Boniturnote 1,8 zu Bonitur 2 auf die Boniturnote 2,7 zu.

Durch die Selektion und die daraus resultierende Verbesserung der Resistenz ist die Vergleichbarkeit der beiden Beobachtungsjahre nur eingeschränkt möglich. Die Bonituren wurden an 04.07. und am 23.07.03 durchgeführt.

**Darstellung 6:**

| <b>Anthraknose Lupine, Evaluierung 2003</b> |         |              |         |                      |         |              |         |       |      |       |      |
|---|---------|--------------|---------|----------------------|---------|--------------|---------|-------|------|-------|------|
| <b>Ort: Triesdorf</b>                       |         |              |         |                      |         |              |         |       |      |       |      |
| <b>Anzahl Prüfglieder: 132</b>              |         |              |         |                      |         |              |         |       |      |       |      |
| <b>Befall, Triebspitzen</b>                 |         |              |         | <b>Befall, Hülse</b> |         |              |         |       |      |       |      |
| 1. Bonitur                                  |         | 2. Bonitur   |         | 1. Bonitur           |         | 2. Bonitur   |         |       |      |       |      |
| Bonitur note                                | relativ | Bonitur note | relativ | Bonitur note         | relativ | Bonitur note | relativ |       |      |       |      |
| <b>Versuchsdurchschnitt</b>                 |         |              |         | 3,46                 | 65,2    | 4,14         | 65,6    | 1,80  | 98,0 | 2,68  | 65,2 |
| <b>Statistik:</b>                           |         |              |         |                      |         |              |         |       |      |       |      |
| Sorte Fehler                                |         |              |         | 1,04                 |         | 1,22         |         | 0,14  |      | 1,33  |      |
| Varianz systematische Bodeneffekte          |         |              |         | 0,14                 |         | 0,13         |         | 1,16  |      | 0,45  |      |
| Restfehler                                  |         |              |         | 1,16                 |         | 1,44         |         | 1,39  |      | 1,99  |      |
| Sortenfehler bei LSD 5% in Boniturnoten     |         |              |         | 1,64                 |         | 1,84         |         | 1,80  |      | 2,17  |      |
| Sortenfehler bei LSD 5% relativ             |         |              |         | 39,45                |         | 37,56        |         | 99,64 |      | 62,72 |      |
| <b>Heritabilität:</b>                       |         |              |         |                      |         |              |         |       |      |       |      |
| Einzeldaten                                 |         |              |         | 0,47                 |         | 0,46         |         | 0,09  |      | 0,40  |      |
| Sortenmittelwerte                           |         |              |         | 0,75                 |         | 0,74         |         | 0,25  |      | 0,69  |      |

Die statistische Auswertung des Versuches im Jahr 2003 zeigt, dass die Varianz der systematischer Bodeneffekte am zweiten Boniturtermin höher liegt, als beim ersten. Dies dürfte auf eine zum Erliegen gekommene Infektionswelle zurückzuführen sein. Der Restfehler deutet ebenfalls darauf hin. Die Heritabilitätswerte zeigen, dass man den Sortenmittelwerten der zweiten Bonitur vertrauen kann.

**Darstellung 7:**

Lupine Anthraknose Evaluierungsprogramm 2002 – 2003

Korrelationstabelle  
Triesdorf

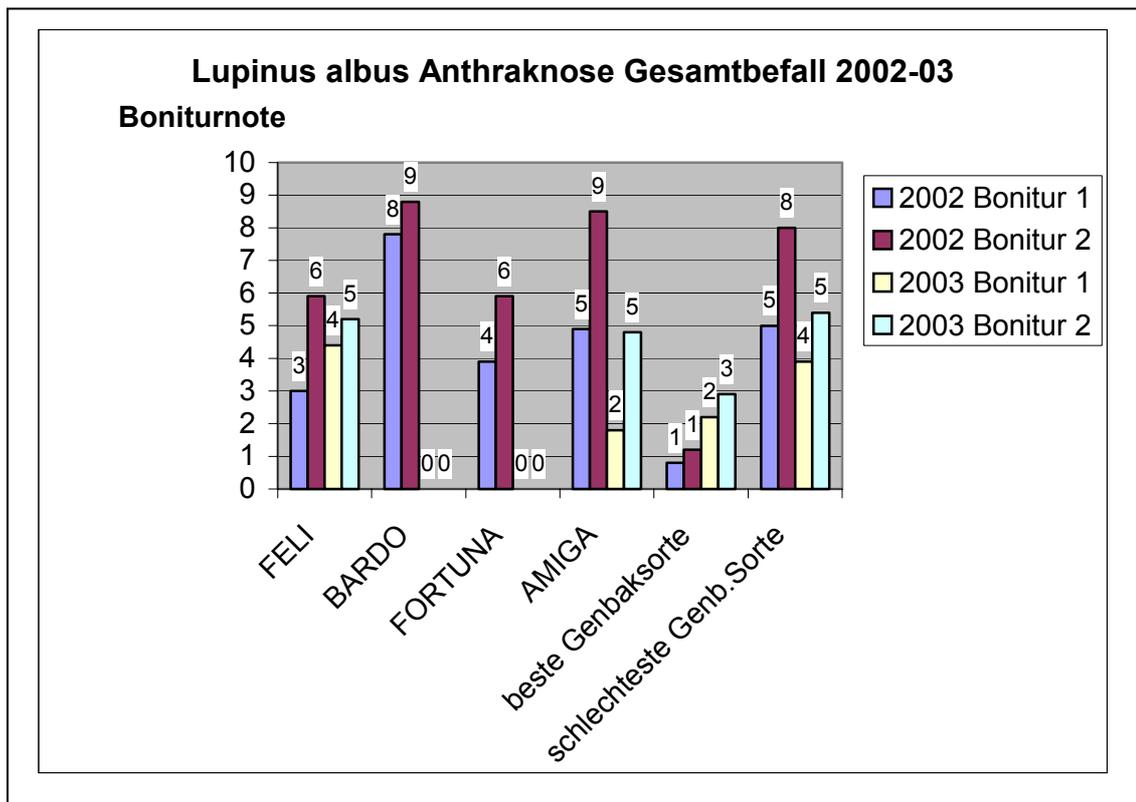
|                | 2003              |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                 |                 |                 | 2002    |
|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|                | Trieb 1<br>mittel | Trieb 2<br>mittel | Trieb 1<br>min. | Trieb 1<br>max. | Trieb 2<br>min. | Trieb 2<br>max. | Hülse 1<br>mittel | Hülse 2<br>mittel | Hülse 1<br>min. | Hülse 1<br>max. | Hülse 2<br>min. | Hülse 2<br>max. | Pflanze |
| Trieb 1 mittel |                   | 0,55              | 0,46            | 0,78            | 0,34            | 0,20            | 0,38              | 0,16              | 0,10            | 0,54            | 0,25            | 0,09            | -0,08   |
| Trieb 2 mittel |                   |                   | 0,67            | 0,67            | 0,67            | 0,67            | 0,48              | 0,26              | 0,17            | 0,33            | -0,09           | 0,34            | 0,10    |
| Trieb 1 min.   |                   |                   |                 | 0,14            | 0,34            | -0,25           | 0,41              | -0,07             | 0,29            | 0,32            | 0,26            | -0,18           | -0,19   |
| Trieb 1 max.   |                   |                   |                 |                 | 0,10            | 0,35            | 0,18              | -0,10             | -0,01           | 0,37            | -0,07           | 0,07            | 0,26    |
| Trieb 2 min.   |                   |                   |                 |                 |                 | 0,09            | 0,41              | 0,09              | 0,54            | 0,22            | 0,11            | 0,06            | -0,13   |
| Trieb 2 max.   |                   |                   |                 |                 |                 |                 | -0,06             | -0,02             | -0,36           | 0,24            | -0,43           | 0,51            | 0,17    |
| Hülse 1 mittel |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   | 0,52              | 0,51            | 0,72            | 0,40            | -0,05           | -0,08   |
| Hülse 2 mittel |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   | -0,19           | 0,46            | 0,65            | 0,49            | 0,10    |
| Hülse 1 min.   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 | -0,11           | 0,26            | -0,60           | -0,19   |
| Hülse 1 max.   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                 | 0,27            | 0,44            | -0,08   |
| Hülse 2 min.   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                 |                 | -0,16           | -0,18   |
| Hülse 2 max.   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                 |                 |                 | -0,47   |
| Pflanze 2002   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                 |                 |                 |         |

=>0,40

Zur richtigen Interpretation der untersuchten Parameter sind die Korrelation sowohl aller Einzelfeststellungen, als auch der Mittelwerte von der Bonitur des Triebbefalles, und der Hülse getrennt dargestellt. Alle Werte, die einen Korrelationskoeffizienten höher als 0,4 erbracht haben, sind unterlegt. Die Zahl 1 und 2 stehen für den ersten oder zweiten Boniturtermin.

Aus dem Ergebnis geht hervor, dass es möglicherweise eine getrennte Vererbung zwischen der Anfälligkeit des Triebes und der Hülse gibt, da hier die Korrelationen am niedrigsten sind. Möglich ist aber auch eine noch nicht stattgefunden Infektion. Aber auch die Jahrgangseffekte (Jahre 2002 und 2003) können Ursache sein. Um dies zu ermitteln, müsste jedoch der Versuch noch mindestens ein Jahr mit einer vergleichbaren Auswertbarkeit durchgeführt werden.

### Darstellung 8: Sortenvergleich über 2 Jahre



Im Vergleich der Sorten im Untersuchungszeitraum ist der höhere Endbefall im Jahr 2002 zu erkennen. Deutlich ist auch sichtbar, dass die beste Genbankherkunft im Befallsniveau deutlich besser abschneidet, als alle übrigen Sorten.

### Darstellung 9:

#### Vergleich der besten 11 Auslesen in den Jahren 2003 und 2002

| Lfd. Nr.                  | Bezeichnung | Pflanze Bon. 2 2002 | Rang 2002 | Pflanze Bon. 2 2003 | Rang 2003 | Bonitur durch schnitt | Rang |
|---------------------------|-------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------------|------|
| 1                         | BGRC -3931  | 1,0                 | 1         | 2,6                 | 13        | 1,8                   | 1    |
| 2                         | LUP 2029    | 2,0                 | 2         | 1,8                 | 3         | 1,9                   | 2    |
| 3                         | BGRC -3920  | 2,0                 | 3         | 1,9                 | 7         | 2,0                   | 3    |
| 4                         | LUP 210     | 2,0                 | 4         | 1,9                 | 8         | 2,0                   | 4    |
| 5                         | LUP B 1097  | 2,0                 | 5         | 2,0                 | 10        | 2,0                   | 5    |
| 6                         | BGRC -3907  | 2,0                 | 6         | 2,0                 | 11        | 2,0                   | 6    |
| 7                         | LUP 2042    | 3,0                 | 8         | 1,6                 | 1         | 2,3                   | 7    |
| 8                         | BGRC -3969  | 2,0                 | 7         | 2,8                 | 14        | 2,4                   | 8    |
| 9                         | BGRC -3918  | 3,0                 | 9         | 1,8                 | 4         | 2,4                   | 9    |
| 10                        | BGRC -3915  | 3,0                 | 10        | 1,9                 | 5         | 2,4                   | 10   |
| 11                        | LUP B 1493  | 3,0                 | 11        | 1,9                 | 6         | 2,4                   | 11   |
| 12                        | LUP 211     | 3,0                 | 12        | 2,1                 | 12        | 2,5                   | 12   |
| 13                        | LUP 300     | 4,0                 | 14        | 2,0                 | 9         | 3,0                   | 13   |
| 14                        | BGRC -3917  | 3,0                 | 13        | 3,3                 | 18        | 3,1                   | 14   |
| 15                        | LUP B 1654  | 5,0                 | 16        | 1,7                 | 2         | 3,3                   | 15   |
| 16                        | BGRC -3908  | 4,0                 | 15        | 2,9                 | 15        | 3,4                   | 16   |
| 17                        | BGRC -3962  | 5,0                 | 17        | 2,9                 | 16        | 4,0                   | 17   |
| 18                        | BGRC -3929  | 6,0                 | 18        | 3,0                 | 17        | 4,5                   | 18   |
| <b>Versuchsmittel(1):</b> |             | <b>3,3</b>          |           | <b>2,2</b>          |           | <b>2,8</b>            |      |

(1) Versuchsmittel aller geprüfter Stämme, hier nicht vollständig aufgeführt

Korrelation zwischen 2002 und 2003:

$r = -0,66$

Um einen direkten Vergleich der Ergebnisse zu zeigen, sei in obiger Tabelle eine Auswahl der Stämme mit dem geringsten Anthraknosebefall bei der 2. Bonitur in den Jahren 2002 und 2003 dargestellt. Die stärkste Befallsausprägung wurde gewählt, weil bei hohem Befallsdruck gerade dieser Befall auftreten kann. Die Korrelation der 11 besten Stämme zwischen den beiden Jahresergebnissen ist mit  $r = -0,66$  relativ sicher. Es handelt sich beim Anbau 2003 um verbesserte Einzelpflanzenauslesen aus der vorigen Ernte. Darunter leidet die Vergleichbarkeit. Im zweiten Jahr war das Befallsniveau niedriger, als im ersten. Das kann sowohl auf eine verbesserte Resistenz durch Auslese, als auch auf einen geringeren Infektionsdruck hinweisen. Die tatsächliche Ursache müsste in einem weiteren

Versuchsjahr erhärtet werden. Der Stamm (BGRC-3931) wie im Jahr 2002 den geringsten Befall auf. Im Jahr 2003 erhielt der beste Stamm (LUP 2042) die Boniturnote 1,6. Im Jahr 2002 erhielt der anfälligste Stamm die Note 9. Im Jahr 2003 hatte der anfälligste Stamm die Boniturnote 4,9. Geringe Abweichungen hinsichtlich des Anthraknose-Befalls in den Jahren 2002 und 2003 traten bei den Stämmen mit der laufenden Nummer 2-7 auf.

**Bild 2:** Schadbild in 2003



Prüfsorten: links: starke Blatt- und Triebspitzenschädigung  
rechts: geringe Schädigung

Das Schadbild hatte im Jahr 2003 einen deutlich anderen Charakter als im Jahr 2002.

## **3.2 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau**

### **3.2.1 Möglichkeiten der Umsetzung**

Das Projekt hat gezeigt, dass in *Lupinus albus* Variabilität in der Resistenz gegen den Erreger der Anthraknose, *Colletotrichum lupini*, vorhanden ist. Bei Einsatz der gefundenen Linien als Kreuzungseltern in einem Züchtungsprogramm können wahrscheinlich Sorten mit ausreichender Resistenz gezüchtet werden. Geeignete Typen für den Anbau in ökologisch wirtschaftenden Betrieben sind beim Ausleseverfahren zu berücksichtigen.

### **3.2.2 Vorschläge für die Weiterverwendung der Ergebnisse**

Diesem Projekt sollte ein Züchtungsprojekt nachgeschaltet werden. Es dürfte möglich sein in einem Kombinationszüchtungsprogramm (Kreuzungszüchtung mit recurrenter Selektionsstrategie) alkaloidarme Sorten mit einem deutlich angehobenen Resistenzniveau gegen den Erreger der Anthraknose zu züchten. Es kann lohnend sein, weiteres Genbankmaterial zu screenen, um eventuell noch bessere Resistenzen zu finden.

## **4. Gegenüberstellung der geplanten und der tatsächlich erreichten Ziele**

Als Ziel war definiert, dass Genbankmaterial von weißer Lupine im Feld unter natürlichen Befallsbedingungen evaluiert werden sollte, um resistente Herkünfte gegen den Erreger der Anthraknose zu evaluieren. Es ist gelungen, acht Stämme mit besserer Resistenz zu finden, die als Resistenzgrundlage eines Züchtungsprogramms dienen können. Es war nicht Inhalt des Projektes, die züchterische Brauchbarkeit und die genetische Diversität zu erarbeiten.

## 5. Literaturverzeichnis

- (1) persönliche Auskunft v. Uta Feiler, 2003 BBA Berlin
- (2) persönliche Auskunft v. Peter Römer, Südwestsaat, 2002, Rastatt
- (3) persönliche Auskunft v. Max Baumer, LFL, Freising 2003
- (4) Agrarwetter, Bayerische Landesanstalt f. Landwirtschaft, Freising, Wetterstationen Triesdorf und Großbreitenbronn, 2003
- (5) Anthraknose bei Lupinen, 2003, Dieter Rücker, Faltblatt, Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. , Bonn
- (6) UFOP Praxisinformation, Bekämpfung der Athraknose in Lupinen, 2000, Peter Römer
- (7) NurInfo Textsammlung: 2000, Renaissance der Lupine für die menschliche Ernährung, Informations- und Dokumentationsstelle am Institut für Ernährungswissenschaft der Justus- Liebig Universität Gießen
- (8) Leguminosen zur Kornnutzung, 2000, Walter H. Schuster, Justus- Liebig Universität Gießen
- (9) Nutritive und antinutritive Inhaltsstoffe der Leguminosen III, 2000, Richard A. Marquard, Justus- Liebig Universität Gießen
- (10) Die Lupine, Geschichte und Evolution einer Kulturpflanze, Walter Hondelmann, 1996, Landbauforschung Völkenrode
- (11) Eine neue klassische Methode zur Bestimmung des Colletotrichum-Befalls an Saatgut von Lupinus spp., Uta Feiler und Helgard Nierenberg, Nachrichtenblatt deut. Pflanzenschutzdienst, **50** (10), 1998, ISSN 0027-7479