

Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung,
Müncheberg/Mark.

Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen.

Von

K. Zimmermann und R. von Sengbusch

November 1935.

Die bisherige Entwicklung.

(Ältere und neuere Versuche zur Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen).

Von R. von Sengbusch.

Im Jahre 1927 wurde in Dahlem von mir mit den Lupinenarbeiten begonnen. Sie wurden später im Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg/Mark, fortgesetzt. Nach der Ausarbeitung einer züchterisch brauchbaren Methode der Alkaloidbestimmung wurden 1928 praktisch alkaloidfreie Formen von *Lupinus luteus* und in den darauffolgenden Jahren auch von den anderen Lupinenarten gefunden.

Als relativ junge Kulturpflanzen besitzen die Lupinen noch eine Reihe von unerwünschten Eigenschaften, deren Beseitigung auf züchterischem Wege angestrebt wird.

Lupinus angustifolius und *Lupinus luteus* haben Hülsen, die bei trockener Witterung in der Reifezeit aufspringen. Diese Eigenschaft bedingt mehr oder weniger große Ernteverluste.

In meinen früheren Arbeiten habe ich darauf hingewiesen, daß bei *Lupinus mutabilis* und *Lupinus albus*, die normalerweise platzfeste Hülsen besitzen, platzende Formen auftreten, und es ist daraus geschlossen worden, daß umgekehrt bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* platzfeste Formen auftreten müßten.

Von dem Gedanken ausgehend, daß es sich nur darum handeln könnte, diese Formen bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* zu finden, führte ich selbst die erste Großselektion im Jahre 1929 in Müncheberg durch (S e n g b u s c h 1).

Es wurden insgesamt etwa 1,5 Millionen Pflanzen geprüft. Sehr wenige erwiesen sich als platzfest. In den darauffolgenden Jahren wurden die Nachkommenschaften dieser Auslesen geprüft. Es zeigte sich jedoch, daß unter ihnen keine vollkommen platzfeste Formen waren.

1934 berichtete ich über weitere Versuche (S e n g b u s c h 2). Um unabhängig von der Freilandwitterung zu werden, sollte die Selektion in Spezialräumen durchgeführt werden. Die Temperatur mußte so gehalten werden, daß einwandfreies Platzen erfolgte, jedoch die Keimfähigkeit nicht litt. 60° wurden als geeignet gefunden.

1935 wurden die Versuche fortgesetzt. Es wurde eine Freilandselektion von insgesamt 36 Morgen durchgeführt. Ein Restmaterial wurde geerntet und eingefahren (etwa 40 Morgen).

Nach den Versuchen der vergangenen Jahre ist die Wahrscheinlichkeit, nichtplatzende Formen im Freiland zu finden, sehr gering. Die Versuche wurden trotzdem gemacht, um die Möglichkeit, durch einfache Selektion zum Ziele zu gelangen, voll auszunutzen. Bisher waren allerdings alle Versuche erfolglos.

Ein neuer Weg scheint mehr Aussicht auf Erfolg zu haben. Es mußte zunächst durch eingehende morphologische Studien die Ursache des Platzens geklärt werden. Es mußte festgestellt werden, ob ein einzelner Faktor dafür verantwortlich zu machen ist oder ob das Zusammenwirken mehrerer Faktoren das Nichtplatzen bewirkt. Das Nichtvorhandensein platzfester Formen in der Natur deutet darauf hin, daß eine Reihe von Faktoren für das Nichtplatzen verantwortlich zu machen ist.

Bei einem einzelnen Faktor, wie z.B. einem Faktor für Alkaloidfreiheit, kann man das Auftreten derartiger Formen voraussagen. Wie sieht aber die Sache aus, wenn mehrere Faktoren für die Ausbildung einer Eigenschaft notwendig sind? Auch hierbei wird man das Auftreten der einzelnen Faktoren als Mutationen annehmen können. Die Mutation eines einzelnen Faktors bedingt jedoch noch nicht Platzfestigkeit. Erst die Kombination oder das Zusammenauftreten aller Platzfestigkeitsfaktoren läßt die gewünschten Eigenschaften in Erscheinung treten.

Alkaloidfreie Formen von Lupinen haben wir etwa in einem Verhältnis von 1 : 20.000 gefunden. Setzt man dieselben Zahlen für das Auftreten der Mutanten der einzelnen Platzfestigkeitsfaktoren ein, so ergibt sich, daß eine von 20.000 Pflanzen die Mutation eines Faktors für die Platzfestigkeit enthält, daß aber das gleichzeitige Auftreten von 5 verschiedenen Platzfestigkeitsfaktoren erst in einem Verhältnis von 1 : 10^{20} zu erwarten ist. Bereits bei 2 Faktoren für Platzfestigkeit beträgt die Zahl 100 Millionen. Es wäre also ein außerordentlicher Zufall, wenn man im Freiland platzfeste Formen finden würde.

Anders liegt die Sache, wenn in einer nichtplatzenden Art platzende Typen auftreten. Wenn das Nichtplatzen von *Lupinus albus* auf der Anwesenheit von 5 Faktoren beruht, so entstehen platzende Formen bereits durch das Mutieren eines jeden dieser Gene, d.h. bei einer Mutationsrate eines jeden Faktors von 1 : 20.000 müßte die platzende Form in einer Häufigkeit von 1 : 4.000 auftreten. Die Tatsachen entsprechen ungefähr diesen

Überlegungen. Es besteht also ein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem Auftreten platzender Formen in einem nichtplatzenden Material und dem Auftreten nichtplatzender Formen in einem platzenden Material.

Der neue Weg, der jetzt beschritten werden soll, besteht darin, daß wir Methoden ausarbeiten, mit deren Hilfe die einzelnen Faktoren für Platzfestigkeit ausgelöst werden können. Mit diesen Formen wird dann eine Kombinationszüchtung eingeleitet und auf synthetischem Wege die gewünschte Form erzeugt.

Morphologische Untersuchungen an der Lupinenhülse und Ausleseverfahren.

Von K. Z i m m e r m a n n.

Aus den vorstehend geschilderten Versuchen wurde die Erkenntnis gewonnen, daß nichtplatzende Lupinen nur aus einem ganz großen Ausgangsmaterial ausgelesen werden können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die nichtplatzenden Formen außerordentlich selten sind. In diesem Jahre wurden Versuche in einem Ausmaß angestellt, wie sie wohl selten durchgeführt worden sind. Ein Feld mit *Lupinus luteus* von 4,2 ha (= 17 Morgen) wurde so behandelt, als wenn die Körner geerntet werden sollten. Es wurde aber nicht, wie üblich, kurz vor der Vollreife geschnitten, sondern die Lupinen blieben auf dem Stengel stehen. Der Erfolg war, daß der größte Teil der Hülsen platzte. Eine noch etwas größere Fläche mit *Lupinus angustifolius* (4,5 ha = 18 Morgen) wurde ebenfalls auf dem Feld stehen gelassen. Auch hier platzten die weitaus meisten Hülsen auf. Das Wetter kam unseren Absichten in außerordentlich günstiger Weise entgegen. An den fraglichen Tagen herrschte eine ziemliche Hitze mit starker Sonnenstrahlung. Es waren für das Platzen extrem gute Verhältnisse. Wenn man diese Lupinen hätte ernten wollen, wäre ein sehr großer Verlust unvermeidlich gewesen. Die Hülsen waren so trocken und spröde, daß sie ohne die geringste Berührung mit einem hörbaren Knall zerplatzten. Die halben Hülsen und die Körner flogen dabei 5 - 6 m weit weg, Besonders in den Nachmittagsstunden war ein ununterbrochenes Geknatter zu hören, da Hunderte von Hülsen zugleich aufsprangen. Wenn in einem

Fruchtstand eine Hülse aufging, flog durch die Erschütterung meist der ganze Fruchtstand auseinander. Dieselbe Wirkung konnte man künstlich erzielen, wenn man leicht mit den Fingern gegen den Stiel knipste. Man hat selten eine Gelegenheit, die verheerende Wirkung des Platzens so kraß wie in diesem Falle zu beobachten.

Als bald darauf kühleres Wetter einsetzte, war der ganze Boden mit Körnern und Hülseb besät, und die Pflanzen standen fast kahl da. Es wurde dann das ganze Feld reihenweise von großen Arbeitskolonnen sorgfältig nach heil gebliebenen Fruchtständen abgesucht. Die betreffenden Pflanzen wurden ausgerissen und zu je 50 Stück gebündelt. Auf diese Weise wurden 40.000 Pflanzen von jeder Art ausgelesen. Insgesamt standen auf den beiden Feldern zusammen 5.000.000 Einzel-Pflanzen. Die ausgelesenen Pflanzen waren also 1,6% des Bestandes. Die Bündel wurden in einem gut gelüfteten Treibhaus mit den Hülsen nach unten aufgehängt. In diesem Haus herrschten zeitweise Temperaturen von 35 - 40^o. In diesen für das Platzen der Hülsen sehr günstigen Verhältnissen blieb das Material 12 Tage. In dieser Zeit platzte wiederum der größte Teil weg. Die heruntergefallenen Körner wurden zusammengekehrt und werden im nächsten Jahr als vorselektioniertes Material zur Aussaat gebracht werden.

Die jetzt nur noch verhältnismäßig wenigen Pflanzen wurden einer weiteren Auslese unterworfen, die darin bestand, sie allmählich immer schärferen Bedingungen auszusetzen, um so zu den wenigen Pflanzen zu kommen, die auch in extremen Verhältnissen, wie sie in der freien Natur kaum vorkommen,

noch platzfeste Hülsen haben. Die im Treibhaus ganz gebliebenen Pflanzen wurden sorgfältig herausgesucht. Hierbei zeigte sich die größere Platzfestigkeit von *Lupinus angustifolius* gegenüber *Lupinus luteus*. Von der ersteren Art wurden 3.000, von der letzteren 1.200 Einzelpflanzen ausgelesen, die der Beanspruchung im Treibhaus standgehalten hatten. Einige wenige Pflanzen wurden bei dieser Arbeit gefunden, die ziemlich viel reife Hülsen trugen, von denen keine einzige geplatzt war. Diese sind vielleicht die wertvollsten Objekte.

Die weitere Bearbeitung geschah in einem Trockenraum. Diesen haben wir uns aus Frühbeetfenstern und Latten selbst zusammengebaut und außen mit Strohmatten gegen Wärmeverluste isoliert. Die Abbildung zeigt diesen Raum in der Vorderansicht. Seine Grundfläche beträgt 3 x 2 m, die Höhe 1,50 m. In dem Raum steht ein Heizkörper der Zentralheizung und ein Reihengasbrenner. Dadurch kann eine Temperatur von 55° erzeugt werden. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt durch die Temperaturerhöhung auf 25 - 30%. Die Fruchtstände der Lupinen werden von den Stengeln abgeschnitten und in kleine Gazebeutel gesteckt. Diese werden zu je 50 auf Drähte aufgezogen. Der Trockenraum kann zugleich mit 500 dieser Beutel beschickt werden. Dieselbe Anzahl kann von 2 Leuten an einem Tage vorbereitet werden, sodaß immer 500 Stück erhitzt werden. In dem Trockenraum bleiben die Lupinen 8 Stunden bei 55°. Die Zeit wird von dem Punkt an gerechnet, wo die Temperatur auf diese Höhe gestiegen ist. Was etwa eine Stunde in Anspruch nimmt. Bei dieser Behandlung platzt nochmals ein großer Teil der Hülsen weg. Die geplatzen werden herausgesucht und für sich aufbewahrt. Die übrig-

gebliebenen werden wieder 8 Stunden erhitzt und wieder ausgelesen. Dasselbe geschieht noch ein drittes Mal. Nach jeder Erhitzung werden die geplatzten Hülsen ausgeschieden. Zuletzt bleibt ein kleiner Rest von Pflanzen zurück, die in hohem Grade platzfest sind. Kurz zusammengefaßt verläuft der Vorgang der Auslese folgendermaßen:

- 1) Pflanzen auf dem Feld ausgelesen.
- 2) Pflanzen im Treibhaus ausgelesen.
- 3) Einmal 8 Stunden erhitzt und ausgelesen.
- 4) Zweimal 8 Stunden erhitzt und ausgelesen.
- 5) Dreimal 8 Stunden erhitzt und ~~ausgelesen~~, der Rest als Ausgangsmaterial für die weitere Züchtung verwendet.

Diese 5 Stationen stellen von Stufe zu Stufe härter werdende Bedingungen dar. Auf jeder Stufe scheidet alles aus, was den Bedingungen nicht gewachsen ist. Der Rest kommt in die nächste Stufe.

Wenn in irgendeiner Lupinen^{sorte}~~art~~ überhaupt platzfeste Formen vorkommen, so müssen sie auf diese Weise gefunden werden. Abschließendes kann in diesem Augenblick noch nicht gesagt werden, da die Versuche noch in vollem Gange sind.

Während der Versuche erhob sich die Frage, ob die lange und hohe Erhitzung die Keimfähigkeit der Samen beeinträchtigt. Wir haben deshalb Samen von *Lupinus angustifolius* in derselben Weise wie die Hülsen erhitzt. Diese wurden hundertweise zum Keimen ausgelegt. Das Keimergebnis zeigt die folgende Tabelle.

Keimversuch mit erhitzten Samen von Lupinus angustifolius.
(Samen geritzt)

Nr.	Behandlung	Anzahl der ausgelegten Samen	Gekeimt nach 10 Tagen	Nicht gekeimt
1	8 Stunden 55°	100	100	-
2	12 " 55°	100	99	1
3	2 x 8 Stunden 55°	100	100	-
4	3 x 8 " 55°	100	100	-

Eine Schädigung der Samen ist also nicht festzustellen.

Morphologische Untersuchungen.

Bevor wir unsere Versuche zur Auffindung von nichtplatzenden Formen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* in Angriff nahmen, haben wir uns Klarheit über den Mechanismus des Aufplatzens der Hülsen verschafft. Wir haben die Hülsen von *Lupinus angustifolius*, *L. luteus* und *L. mutabilis* makroskopisch und an mikroskopischen Bildern untersucht.

Lupinus luteus hat von diesen die am leichtesten platzenden Hülsen. Fast ebenso stark platzen die Hülsen von *Lupinus angustifolius*, während diejenigen von *Lupinus albus* garnicht und die von *Lupinus mutabilis* kaum platzen.

Die Hülsen der angeführten Lupinenarten sind, wie die Leguminosenhülsen überhaupt, nach einem einheitlichen Plan gebaut. Sie sind langgestreckt und zeigen an den Stellen, an denen die Samen liegen, Ausbuchtungen. In jeder Hülse liegen 1 - 7 Samen, meist 3 - 4. In grünem Zustande sind die Hülsen sehr dick und fleischig, besonders die von *Lupinus albus*. Am Querschnitt erkennt man als Hauptbestandteil ein dickes Parenchym aus großen, dünnwandigen, wässerigen Zellen. Außen wird dies Parenchym unmittelbar von der Epidermis begrenzt. Innen liegt ihm eine Schicht sklerenchymatischen Gewebes auf. Dieses besteht aus kurzen, teils dickeren, teils dünneren Faserzellen mit starken Wandverdickungen. Die Zellagen, die an das Parenchym angrenzen, haben ein etwas weiteres Lumen als diejenigen, die nach dem Hülseninneren zu liegen. In ihrem Längsverlauf liegen die Fasern schräg und zwar in einem Winkel von 45° zur Längsachse der Hülse. Wenn die Hülse noch

an der Pflanze sitzt, bilden die Faserzellen mit der Hauptachse der Pflanze nahezu eine Parallele. Die Faserschichten der beiden Hülshhälften haben keinerlei Verbindung miteinander.

An den beiden Nähten der Hülse verlaufen Gefäßbündel und zwar zwei an der Bauchnaht und eins an der Rückennaht. Das letztere ist in der Mitte gespalten. Zwischen den zwei Gefäßbündeln der Bauchnaht und den beiden Teilen des Gefäßbündels an der Rückennaht liegt je eine Zone weichen, in trockenem Zustande spröden Gewebes. Dieses Gewebe trennt auch die beiden Faserschichten. Auch an der Ansatzstelle der Hülse sind diese völlig getrennt. Mit den verholzten Teilen des Stielchens besteht ebenfalls keine Verbindung. Wenn man die reifen Hülshen von innen betrachtet, sieht man deutlich, daß die beiden Faserschichten unten mit einem Bogen endigen. An dieser Stelle haben die Hülshen eine besonders schwache Zone. Die Faserschichten kleiden die Hülse vollkommen aus. Mit einigem Geschick kann man sie unverletzt aus dieser herauslösen.

Die Hülshen von *Lupinus angustifolius* tragen am Ende einen spitzen Dorn, die der anderen Arten haben eine weiche Spitze.

Das Aufspringen der Hülshen geht bei *Lupinus angustifolius* anders vor sich als bei *Lupinus luteus*. Bei *Lupinus angustifolius* lösen sich meist die Hülshhälften am unteren Ende an der oben erwähnten schwachen Stelle zuerst los und krümmt sich etwas nach außen. Die Gefäßbündel halten dann

noch beide Hälften zusammen. Plötzlich reißen die beiden Nähte, zuerst die an der Bauchseite, dann die an der Rückenseite der Hülse ihrer ganzen Länge nach auseinander und schleudern auf diese Weise die Samen weg. Dabei brechen die Hülsenhälften ab und fliegen ebenfalls weg. Am Stielchen bleibt dann ein kleiner, halbmondförmiger Rest der Hülse stehen. Der innere Bogen dieses Restes entspricht den unteren, bogenförmigen Begrenzungen der Faserschichten. Bei *Lupinus luteus* ist der Vorgang des Aufplatzens ähnlich. Er beginnt aber damit, daß die Rückennaht erst ein kleines Stück einreißt, um dann plötzlich in der ganzen Länge zu zerreißen. Es kommen bei beiden Arten noch andere Arten des Aufplatzens vor.

Wie kommen nun die mechanischen Kräfte zustande, die das plötzliche Zerspringen der Hülse ermöglichen? Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die Faserschichten der Hülse den Öffnungsmechanismus darstellen. Beim Eintrocknen fallen die dicken Parenchymschichten zu einer dünnen Lage zusammen. Den Hauptbestandteil bilden dann die Faserschichten. Bei starker Austrocknung verkleinern sich die Faserzellen nur oder doch stärker quer zu ihrer Längsrichtung, während sie sich in ihrer Längsausdehnung naturgemäß am wenigsten verändern. Der Erfolg ist, daß die Hülse infolge der schrägen Lage der Faserzellen eine Verwindung erfährt. Dadurch werden an zwei Stellen die Nähte sehr stark beansprucht. Diese Stellen liegen an der Bauchseite am oberen, an der Rückenseite am unteren Ende der Hülse. Wird die Kraft, mit der die Hülsenhälften verwunden werden, größer als diejenigen, mit der sie zusammengehalten werden, dann reißt an diesen beiden Stellen die Naht ein.

Ist erst an einer Stelle die Naht gerissen,, dann gehören nur geringe Kräfte dazu, auch den übrigen Teil der Naht zu trennen. Die Spannkraft in der Hülse sind so stark, daß sie nicht nur diesen Widerstand leicht überwinden, sondern sie genügen noch, um die Hülshälften und die Samen mehrere Meter weit hinwegzuschleudern.

Man kann sich von der Richtigkeit dieser Erklärung durch eine Reihe von Versuchen überzeugen. Wenn man versucht, die Schalen wieder in ihre ursprüngliche ^{Lage} ~~Sehale~~ zurückzubiegen, entstehen meist Risse in der Faserschicht. An mehreren Stellen reißen die Fasern in ihrer Längsrichtung auseinander. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Zellen sich verschmälert haben. Als Einzelfall haben wir eine Hülse von *Lupinus luteus* gefunden, bei der, wie Abb. zeigt, die Faserschicht bei geschlossener Hülse in lauter schmale Streifen zerrissen ist. In diesem Falle waren die Nähte zu fest, als daß die Spannkraft sie zerreißen könnten.

Wenn man die Hülshälften von innen mit Wasser befeuchtet, gehen sie sehr schnell in die gerade Lage zurück. Die stark ausgetrockneten Zellen der Faserschicht nehmen begierig Wasser auf, und die Spannung geht sofort verloren. Sie entsteht also durch Wasserverlust der Faserschichten. Demnach müßte auch die Austrocknung der Hülsen im Exsikkator die Hülsen zum Platzen bringen. Wir haben entsprechende Versuche in einem Exsikkator, der unten mit konz. Schwefelsäure gefüllt war, angestellt. Es wurden Hülsen von *Lupinus angustifolius* aus einer normalen Landsorte in diesen Exsikkator ge-

bracht. Nach 8 Stunden waren diese restlos geplatzt. In größerem Maßstabe ausgeführt, würde auf diese Weise wahrscheinlich eine noch stärkere Auslese stattfinden als beim Erhitzen im Trockenschrank, wie es weiter unten beschrieben werden wird. Bei dieser Behandlung ist also die Hitze nur insofern wirksam, als sie die relative Luftfeuchtigkeit herabsetzt. Wenn man Hitze und starke Austrocknung miteinander kombiniert, wäre die Wirkung noch größer, da der Wasserentzug dann schneller vor sich geht. Auf die schnelle Änderung der Faktoren kommt es an, um die nötigen Spannungen in der Hülse zu erzeugen. Wir haben also den beschriebenen Exsikkator in einen Trockenraum von 55° gestellt. Die Wirkung war überraschend: schon nach 3 Stunden waren die Hülsen sämtlich geplatzt.

Daß tatsächlich nur die Faserschicht die Spannung in der Hülse erzeugt, beweist der folgende Versuch: aus der reifen Hülse wird ein Streifen von etwa 3 mm Breite herausgeschnitten. Der Schnitt muß so gelegt werden, daß die Fasern quer getroffen werden, also im Winkel von 45° zur Längsachse der Hülse, aber senkrecht zur Richtung der Faser. Wenn man den Streifen in Wasser taucht, krümmt er sich so, daß die Innenseite der Hülse den äußeren Bogen der Krümmung bildet. Trocknet man den Streifen wieder, krümmt er sich sofort (in ca. 1 Minute) nach der entgegengesetzten Richtung. Diesen Versuch kann man mit demselben Streifen beliebig oft wiederholen. Nun konnte noch das zusammengetrocknete Parenchym an der Außenseite der Hülse einen Einfluß auf die Krümmung haben. Jedoch an einem gleichen Streifen, von dem das Parenchym rest-

los entfernt war, zeigten sich genau dieselben Erscheinungen Die Faserschicht allein ist es also, die das Krümmen der Hülse und damit das Aufplatzen verursacht.

Nun fragt es sich noch, aus welchem Grunde sich bei der Wasseraufnahme die Streifen nach außen, bei der Austrocknung nach innen krümmen. Eine völlig homogene Schicht dürfte sich bei der beidseitigen Befeuchtung garnicht verbiegen. Die Faserschicht ist aber nicht homogen. Wie oben beschrieben, sind die Zellen, die an das Parenchym angrenzen, großlumig, diejenigen, welche die Innenwand der Hülse bilden, kleinlumig. Bei Befeuchten nehmen beide Zellagen gleich viel Wasser auf. Infolge der größeren Menge quellbarer Substanz an der Innenseite der Hülse vergrößert sich diese Seite der Faserschicht bei Wasseraufnahme prozentual stärker als die dem Parenchym zugewandte. Die Skizze veranschaulicht diese Verhältnisse. In dem Streifen I ist viel weniger Substanz enthalten als in dem Streifen II, der fast nur aus quellbarer Substanz (Zellulose und Pektinstoffe) besteht. Berechnungen haben allerdings ergeben, daß die reinen Zellulosewände sich in den inneren und äußeren Teilen der Faserschicht gleichmäßig vergrößern. Zwischen den kleinen Zellen der inneren Lagen sind jedoch mehr Mittellamellen auf der gleichen Strecke als zwischen den größeren Zellen der dem Parenchym zugewandten Lagen. Die Mittellamellen bestehen aus Pektin, das bei der Wasseraufnahme stärker quillt als die Zellulose der Sekundärwände.

Es ist oben erwähnt worden, daß die Hülsen von *Lupinus albus* und *Lupinus mutabilis* nicht oder kaum platzen. Beide

Arten haben aber die beschriebene Faserschicht. Sie ist aber bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* ungleich stärker entwickelt als bei den nichtplatzenden Arten. Die ungefähren Maße gibt die folgende Tabelle wieder:

<i>Lupinus angustifolius</i>	0,20 mm
" <i>luteus</i>	0,22 mm
" <i>albus</i>	0,15 mm
" <i>mutabilis</i>	0,15 mm

Diese Maße müssen insofern eine Korrektur erfahren, als die Hülsen von *Lupinus albus* etwa doppelt so groß sind wie diejenigen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus mutabilis*. Bei *Lupinus albus* ist die Faserschicht also relativ am dünnsten. Sie ist nicht imstande, eine genügend große Spannung zu erzeugen, um die Hülse aufzusprengen. Daher rührt die große Platzfestigkeit von *Lupinus albus*. Der Mechanismus ist an sich derselbe wie bei den platzenden Formen. Wenn man eine Hülse öffnet, wollen sich die beiden Hälften genau so ein wie bei diesen.

Man kann die Spannung in den Hülsen aller Arten deutlich wahrnehmen, wenn man die Hülsenhälfte in die gerade Lage zurückbiegt. Bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* spürt man einen viel stärkeren Widerstand als bei *Lupinus albus* und *Lupinus mutabilis*. Die Hülsen der letzteren Art en fühlen sich besonders bei feuchtem Wetter, mehr lederig an, während die der ersteren immer starr sind. Wir haben orientierende Versuche gemacht, um diese Spannung sowie ihre Änderungen zu messen. Ein Apparat zu diesem Zweck ist in Vorbereitung. Genaue Ergebnisse lassen sich jedoch erst aus einer

großen Zahl von Versuchen ableiten. Jedenfalls ist eine weit größere Kraft erforderlich, um die Hülsen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* in die gerade Lage zurückzubringen, als bei den nichtplatzenden Arten.

Wir haben versucht, uns, soweit es bisher möglich ist, über die erbliche Bedingtheit des Platzens oder Nichtplatzens der Hülsen klar zu werden.

Welche Ursachen können dafür in Frage kommen?

1. Die Dicke der Faserschicht. Über die Bedeutung dieses Faktors wurde schon gesprochen.

2. Der Grad der Homogenität der Faserschicht. Ist der Unterschied zwischen der Größe der Zellen der dem Parenchym zugewandten Seite der Faserschicht und derjenigen der dem Hülseninneren zugewandten groß, entsteht eine stärkere Spannung als wenn der Unterschied klein ist.

3. Die Festigkeit der Naht. Je weicher und großzelliger das Gewebe der Naht ist, umso leichter zerreißt diese.

4. Die Festigkeit der Ansatzstelle. Bei *Lupinus angustifolius* beginnt das Platzen meist an der Ansatzstelle der Hülse. Ist diese sehr fest, wird der Beginn des Platzens mindestens hinausgeschoben, wenn nicht unterbunden.

Außer diesen vier Faktoren mögen noch einige andere eine Rolle spielen. Das Platzen der Hülsen kann also aus verschiedenen Ursachen geschehen. Es wird durch die Korrelation dieser Faktoren bedingt. Bei einer nichtplatzenden Art, wie z.B. *Lupinus albus*, ist diese Korrelation so, daß die Hülse nicht oder doch nur unter ganz außergewöhnlichen

Verhältnissen aufplatzt. Bei einer Störung der Wechselbeziehungen kann entweder eine erhöhte Platzfestigkeit oder leichteres Platzen resultieren. Wird z.B. die Dicke der Faserschicht verdoppelt, platzt die Hülse weniger leicht. Jede Änderung eines dieser Faktoren ergibt eine Änderung der Platzeigenschaften nach der negativen oder positiven Seite. Da wahrscheinlich jede der genannten Eigenschaften durch je einen Erbfaktor bedingt wird, können für jeden dieser Faktoren Mutationen auftreten, die aber äußerlich nicht oder kaum in Erscheinung zu treten brauchen. Wenn z.B. die Faserschicht mutativ auf das Zweifache verdickt wird, wirkt sich das auf die Platzfestigkeit nur wenig aus, wenn nicht zugleich die Festigkeit der Naht verändert wird. Erst das Zusammentreffen von Mutationen in Bezug auf zwei oder mehr Faktoren bewirkt eine deutliche Änderung der Platzfestigkeit.

Um bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* zu platzfesten Hülsen zu gelangen, müssen alle mitwirkenden Faktoren sinngemäß verändert werden. Weil das Platzen oder Nichtplatzen auf dem Zusammenwirken der genannten vier, vielleicht auf mehr Faktoren beruht, sind nichtplatzende Lupinen unter den Landsorten so sehr selten.

An unserem Sortiment von etwa 70 verschiedenen Arten und Herkünften haben wir Beobachtungen gemacht darüber, welche Arten platzen und welche nicht. Die meisten Arten haben platzende Hülsen. Nur die Hülsen der folgenden Arten springen bei der Reife nicht auf:

Lupinus albus,

" mutabilis,

" " Cruikshanksii,

" " roseus splendens,

" pantelericus.

Die züchterische Bedeutung der Ergebnisse.

Von

R. von Sengbusch und K. Zimmermann.

Bei der diesjährigen Freilandauslese und der Nachbehandlung im Trockenraum wurden einige Pflanzen gefunden, die auch bei schärfster Nachuntersuchung nichtplatzende Hülsen aufwiesen. Ob es sich in diesen Fällen um Modifikationen oder erblich fixierte Formen handelt, wird die Prüfung der Nachkommenschaften ergeben.

Auf Grund der neuen Erkenntnis bezüglich der Ursachen des Platzens der Hülsen wird jetzt neben der Selektion im großen Maßstabe der synthetische Aufbau der nichtplatzenden Formen begonnen.

Die einzelnen Faktoren, die für das Platzen verantwortlich zu machen sind, treten äußerlich nicht in Erscheinung. Es müssen also geeignete Methoden ersonnen werden, um diejenigen Pflanzen zu erfassen, die in einem dieser Faktoren eine Abänderung zeigen. Diese Methoden müssen derart sein, daß sie leicht und schnell auszuführen sind. Bei der Annahme einer Mutationsrate von 1 : 20.000, wie bei den alkaloidfreien Formen, sind immerhin mehrere Hunderttausend Individuen zu untersuchen, um für jede Faktoränderung einige Stamm-pflanzen zu haben.

Mit diesen Stämmen werden dann Kreuzungen durchgeführt. Zunächst werden je zwei Eigenschaftspaare miteinander vereinigt. Diese Kombinationen werden dann wieder miteinander

gekreuzt. Schließlich hat man auf diese Weise Pflanzen bekommen, in denen alle Faktoren vereinigt sind, die das Platzen verhindern.

Eine Pflanze haben wir gefunden, die eine eigenartige Erscheinung in der Faserschicht zeigte. Diese war vollkommen zerrissen. Dadurch war die Hülse entspannt und konnte nicht aufplatzen. Die Prüfung der Nachkommenschaft wird zeigen, ob diese Erscheinung erblich bedingt ist oder andere Ursachen hat. Wenn es sich tatsächlich um eine erbliche Eigenschaft handelt, hätten wir in diesem Falle eine Form des Nichtplatzens, die nur durch einen Faktor bedingt ist. Der große Vorteil dieses Umstandes ist leicht einzusehen.

Zum Schluß soll noch kurz auf die künstliche Mutationsauslösung eingegangen werden. In den letzten Jahren sind in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Stubbe mehrfach Versuche zur künstlichen Auslösung von Mutationen gemacht worden. Abgesehen davon, daß es vielleicht einmal gelingen wird, gerichtete Mutationen künstlich auszulösen, ist es schon ein großer Vorteil, daß durch Anwendung starker, physikalischer Mittel (Röntgenstrahlen) die Mutationsrate erhöht werden kann. In einem solchen Material können die oben genannten Faktormutationen in einer größeren Anzahl vorhanden sein. Die Möglichkeit, geeignete Stämme für die Kreuzungen zu bekommen, wird dadurch näher gerückt. Andererseits ist es auf diesem Wege vielleicht möglich, zu ganz neuen Formen zu kommen, bei denen das Nichtplatzen durch einen einzigen Faktor bedingt wird. Man kann sich denken, daß einmal eine Form auftreten

wird, die eine so dünne Faserschicht hat, daß die Hülse schon aus diesem Grunde nicht platzen kann. Daß Formen auftreten können mit bisher ganz unbekanntem Eigenschaften beweist der beschriebene Fall der Hülse mit der Zerrissenen Faserschicht. Wenn ähnlich monofaktorielle Mutationen auch in anderer Richtung auftreten, kommt man auf diese Weise jedenfalls schneller zum Ziel als durch die zeitraubende Kombinationszüchtung.

Auf alle Fälle müssen die angedeuteten Wege nebeneinander beschritten werden, denn das Problem, nichtplatzende Formen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* zu züchten, ist zu wichtig, als daß nicht alles versucht werden müßte, um seine Lösung herbeizuführen.

- - - - -

Erklärung der Abbildungen.

- Abb.1: *Lupinus angustifolius*, Fruchtstand in natürlicher Größe.
- " 2: *Lupinus mutabilis*. Fruchtstand in natürlicher Größe.
- " 3: *Lupinus albus*. Fruchtstand in natürlicher Größe.
- " 4 : Querschnitt durch die Faserschicht der reifen Hülse von *Lupinus albus*. I Schnitt in mittlerem Trocknungszustand, II bei starker Austrocknung. i innere Epidermis, s Faserschicht, p Parenchym.
- " 5: Querschnitt durch die Faserschicht der reifen Hülse von *Lupinus angustifolius*. i innere Epidermis, s Faserschicht, p Parenchym.
- " 6: Querschnitt durch die ausgewachsene unreife Hülse von *Lupinus angustifolius*. n Naht, S Samen, f Faserschicht, p Parenchym.
- " 7: Trockenraum in der Vorderansicht. Das mittlere Fenster läßt sich herausnehmen und dient als Tür.
- " 8: Fruchtstände von *Lupinus angustifolius* in Gazebeuteln. In der oberen Reihe vor der Erhitzung, in der unteren Reihe nach achtstündiger Erhitzung bei 55°. Im dritten Beutel von rechts ist ein Fruchtstand heil geblieben. Die anderen sind vollständig zerplatzt.
- " 9: Innenansicht zweier Hülsen, deren Faserschicht vollständig zerrissen ist.
- " 10: Zwei Fruchtstände von *Lupinus luteus*. Diese wurden in völlig reifem Zustande in der Auslese im Treibhaus gefunden.
- " 11: Teilweise geplatzte Fruchtstände von *Lupinus luteus*.
- " 12: Links nichtplatzende, rechts platzende Form von *Lupinus mutabilis*.



Bild 7.



X

Bild 8.



x

Bild 9.



y

Bild 10.



X

Bild 11.



X

Bild 12.