

Sonderdruck aus „Der Züchter“, 9. Jahrgang 1937, Heft 1.

(Verlag von Julius Springer, Berlin.)

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

Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen.

II. Die Teileigenschaften der Hülse, deren Modifizierbarkeit, ihre Verhältnisse zueinander und ihre Vererbbarkeit.

Von **K. Zimmermann.**

Neben der direkten Auslese von nichtplatzenden Formen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* werden Arbeiten nach folgendem Plan durchgeführt: Es wird angenommen, daß die Eigenschaft des Platzens oder Nichtplatzens der Hülsen eine „komplexe Eigenschaft“ sei, d. h., daß die nichtplatzenden Formen der genannten Arten nicht durch mutative Abänderung einer einzelnen Eigenschaft, sondern durch die gleichsinnige Veränderung eines Komplexes von Eigenschaften der Hülsen entstehen. Da die Wahrscheinlichkeit, daß solche Formen im Freiland spontan auftreten, gering ist, soll versucht werden, Formen zu finden, in denen je eine der Teileigenschaften der Hülse abgeändert ist und durch Kombination dieser Formen die Gesamteigenschaft Nichtplatzen auf synthetischem Wege herzustellen.

Im ersten Teil dieser Arbeit (Züchter 1936) wurde die Anatomie der Hülsenwand und der Nähte bei folgenden Arten beschrieben: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Lupinus albus* und *Lupinus mutabilis*. Die beiden ersteren haben platzende, die beiden letzteren nichtplatzende Hülsen. Von anderen Leguminosen wurden *Pisum sativum* und *Phaseolus vulgaris* zum Vergleich herangezogen. Die Hülsenwand besteht aus zwei Schichten. Außen liegt das Parenchym, innen die Faserschicht. Die letztere besteht bei den Lupinenarten übereinstimmend in der inneren Hälfte aus langgestreckten, dickwandigen Zellen mit kleinem Lumen, in der äußeren Hälfte aus größeren Zellen mit dünneren Wänden und größerem Lumen. Bei *Pisum* und *Phaseolus* ist die Anordnung der Zellen umgekehrt.

Untersuchungen an Längsschnitten, an mazeriertem Material und polarisationsmikroskopi-

sche Untersuchungen führten zu dem Schluß, daß die hygroskopischen Spannungen der Hülsenwand dadurch zustande kommen, daß in der Faserschicht die Micelle, die Strukturteile der Cellulosewand der Zellen, bei allen untersuchten Arten im äußeren Teil der Faserschicht quer zur Längsrichtung der Zellen, im inneren Teil derselben parallel zur Längsrichtung der Zellen verlaufen. Beim Austrocknen verschmälern sich infolgedessen nur die inneren Zellen der Faserschicht, was an mazeriertem Material nachgewiesen werden konnte. Diese Erscheinung führt zur Einkrümmung der Hülsenwand. Die Größe der Spannungen hängt ab von der Dicke der Faserschicht und einigen anderen Faktoren.

Im vorliegenden Teil der Arbeit werden die Teileigenschaften im einzelnen besprochen. Eine große Zahl von Messungen erlaubt einige Schlüsse zur weiteren Klärung des Problems.

1. Material und Methoden.

Als Material habe ich hauptsächlich eine hiesige Landsorte von *Lupinus angustifolius* verwendet, außerdem von derselben Art einige Stämme und ältere und neuere Auslesen auf Nichtplatzten der Hülsen. Von *Lupinus luteus* wurde ebenfalls eine hiesige Landsorte und alte Auslesen auf Nichtplatzten verarbeitet. Von *Lupinus albus* wurden fettreiche Stämme und Pflanzen aus einem Feldbestand untersucht. Schließlich wurden noch in kleinem Umfange andere Lupinenarten, *Lupinus Hartwegii*, *Lup. pilosus* und *Lup. palästinus* zur Untersuchung herangezogen. Das gesamte Material gehört zum Lupinenzuchtmaterial des Kaiser Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung, Müncheberg (Mark).

Es sei hier noch bemerkt, daß die Lupinen im

Jahre 1935 ziemlich schlecht geraten sind. Bei *Lupinus angustifolius* hatten wenige Pflanzen mehr als 5 Hülsen angesetzt. Seitentriebe wurden kaum ausgebildet. Etwas besser war *Lupinus luteus*. Diese bildet auch unter ungünstigen Umständen fast immer Seitentriebe aus.

Da es sich bei all diesen Untersuchungen immer darum handelt, eine möglichst große Zahl von Einzelmessungen zu erhalten, mußten für die Messung der Teileigenschaften stark vereinfachte Methoden erdacht und angewendet werden. Die Breite der Hülsen wurde mit einer Genauigkeit von 0,1 mm mit einer Schiebelehre gemessen, die Länge mit einem Maßstab mit einer Genauigkeit von 1 mm. Faserschicht und Breite der Nähte wurden an geeignet zugeschnittenen Stücken der Hülsenwand mit Hilfe des Mikroskops gemessen.

Um die Zuverlässigkeit der gefundenen Mittelwerte zu prüfen, wurde meistens der mittlere Fehler des Mittels (m) und die Standardabweichung, der mittlere Fehler der Einzelmessung (σ) berechnet. Die Berechnung erfolgte nach den Formeln:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum V^2}{n}} - M^2$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$V = \frac{100 \sigma}{M}$$

wobei die Buchstaben folgende Bedeutung haben:

V = Variante (= Einzelmessung),
 M = Mittelwert,
 n = Anzahl der Messungen bzw. Pflanzen,
 σ = Standardabweichung oder mittlerer Fehler der Variante,
 m = mittlerer Fehler des Mittels,
 v = Variationskoeffizient.

Diese Formeln haben sich in Verbindung mit einer Rechenmaschine für die Berechnungen von σ und m als die günstigsten erwiesen. Sie sind JOHANNSENS Elemente der exakten Erblichkeitslehre entnommen.

2. Die Teileigenschaften.

a) Die Teileigenschaften bei normalen Pflanzen verschiedener Arten.

Die Teileigenschaften der Hülsen wurden zunächst an normalem Material gemessen, d. h. an Pflanzen, wie sie im gewöhnlichen Feldbestand vorkommen. Die folgenden Tabellen geben die Mittelwerte der Messungen wieder. Alle Maße sind Millimeter.

Tabelle 1.

Breite der Hülse bei verschiedenen Arten.			
	Anzahl ¹	$M \pm m$	σ
<i>Lupinus pilosus</i>	25	25,6 \pm 0,28	\pm 1,39
<i>Lupinus palästinus</i>	25	17,5 \pm 0,15	\pm 0,75
<i>Lupinus albus</i>	25	16,7 \pm 0,18	\pm 0,88
<i>Lupinus luteus</i>	200	11,8 \pm 0,03	\pm 0,45
<i>Lupinus angustifolius</i>	5700	11,2 \pm 0,02	\pm 1,32
<i>Lupinus Hartwegii</i>	75	8,3 \pm 0,07	\pm 0,67

Tabelle 2.

Länge der Hülsen bei verschiedenen Arten.			
	Anzahl	$M \pm m$	σ
<i>Lupinus albus</i>	25	83,3 \pm 2,27	\pm 11,37
<i>Lupinus pilosus</i>	25	72,1 \pm 2,06	\pm 10,29
<i>Lupinus palästinus</i>	25	61,7 \pm 1,23	\pm 6,17
<i>Lupinus angustifolius</i>	200	49,7 \pm 0,30	\pm 4,29
<i>Lupinus luteus</i>	200	48,6 \pm 0,08	\pm 1,14
<i>Lupinus Hartwegii</i>	75	32,5 \pm 0,63	\pm 5,46

Tabelle 3. Verhältnis von Breite zu Länge der Hülsen.

	σ
<i>Lupinus albus</i>	I : 5,0
<i>Lupinus Hartwegii</i>	I : 4,4
<i>Lupinus angustifolius</i>	I : 4,1
<i>Lupinus luteus</i>	I : 4,1
<i>Lupinus palästinus</i>	I : 3,6
<i>Lupinus pilosus</i>	I : 2,8

Tabelle 4. Dicke der Faserschicht bei verschiedenen Arten.

	Anzahl	$M \pm m$ in mm	σ
<i>Lupinus luteus</i>	100	0,182 \pm 0,002	\pm 0,020
<i>Lupinus angustifolius</i>	1278	0,153 \pm 0,001	\pm 0,022
<i>Lupinus mutabilis</i> I ²	50	0,135 \pm 0,004	\pm 0,018
<i>Lupinus albus</i>	150	0,100 \pm 0,003	\pm 0,024
<i>Lupinus mutabilis</i> II	50	0,077 \pm 0,002	\pm 0,015

Tabelle 5. Breite der Bauchnaht bei verschiedenen Arten.

	Anzahl	$M \pm m$ in mm	σ
<i>Lupinus angustifolius</i>	545	0,377 \pm 0,001	\pm 0,030
<i>Lupinus luteus</i>	100	0,332 \pm 0,002	\pm 0,020
<i>Lupinus albus</i>	150	0,292 \pm 0,003	\pm 0,036

Tabelle 6. Breite der Rückennaht bei verschiedenen Arten.

	Anzahl	$M \pm m$ in mm	σ
<i>Lupinus luteus</i>	100	0,246 \pm 0,002	\pm 0,019
<i>Lupinus angustifolius</i>	500	0,239 \pm 0,001	\pm 0,021
<i>Lupinus albus</i>	150	0,231 \pm 0,003	\pm 0,033

Wie aus den vorstehenden Tabellen hervorgeht, bestehen zwischen den Arten erhebliche Unterschiede bezüglich der Teileigenschaften. Es gibt Arten mit schmalen und solche mit breiten Hülsen. Einige Arten haben eine dicke, andere eine dünne Faserschicht. Auch in den anderen Teileigenschaften sind die Arten erheblich verschieden. Durch Vergleich der verschiedenen Arten kann man feststellen, warum einige

¹ Von den verschiedenen Arten stand mir nicht immer genügend Material zur Verfügung, um große Meßreihen durchführen zu können.

² *L. mut.* I platzende, *L. mut.* II nichtplatzende Form aus demselben Material.

platzende und andere nichtplatzende Hülsen haben.

Wie schon erwähnt, spielt für das Platzen oder Nichtplatzen der Hülsen nicht das absolute Maß einer oder mehrerer Teileigenschaften eine Rolle, sondern das *Verhältnis* der Teileigenschaften zueinander, und zwar der spannungserzeugenden zu den das Platzen verhindernden Teileigenschaften. Es ist einleuchtend, daß eine schmale Hülse bei gleicher Faserschichtdicke leichter platzt als eine breite. Auf die kürzere Entfernung kann sich eine bestimmte Spannung stärker auswirken als auf eine lange. Ebenso platzt eine Hülse bei gleichbleibender Faserschichtdicke um so leichter, je schwächer die Nähte sind. Andererseits kann selbst eine sehr dicke Faserschicht in ihrer Auswirkung durch entsprechend starke Nähte kompensiert werden, so daß die Hülse nicht platzt.

Ich habe den Versuch unternommen, diese Verhältnisse zahlenmäßig zu erfassen, um auf diese Weise einen exakten Ausdruck für den Grad des Platzens bei den einzelnen Arten und später bei den Stämmen zu erhalten.

Als die wichtigsten Teileigenschaften des Platzens wurden bei diesen Berechnungen nur die Dicke der Faserschicht und die Breite der Nähte berücksichtigt. Da alle drei Abmessungen in derselben Größenordnung liegen, kann man sie ohne weiteres in ein Verhältnis zueinander stellen. Die Faserschicht wurde gleich 1 gesetzt. Die Tabelle 7 gibt die Verhältniszahlen für die drei wichtigsten Arten wieder.

Tabelle 7.

Verhältnis von Faserschicht: Bauchnaht
: Rückennaht.

<i>Lupinus albus</i>	1 : 3,15 : 2,48
<i>Lupinus angustifolius</i>	1 : 2,22 : 1,55
<i>Lupinus luteus</i>	1 : 1,82 : 1,35

Die Verhältniszahlen für die Nähte verkleinern sich von der nichtplatzenden *Lupinus albus* über die leichtplatzende *Lupinus angustifolius* zu der sehr leichtplatzenden *Lupinus luteus*, d. h. die Nähte sind bei *Lupinus luteus* im Verhältnis zur Dicke der Faserschicht viel schwächer als bei *Lupinus albus*. Dies Ergebnis ist außerordentlich wichtig, geben doch die Verhältniszahlen für die Nähte einen Maßstab für das Platzen oder Nichtplatzen der Hülsen. Sind sie hoch, platzen die Hülsen nicht, sind sie niedrig, platzen die Hülsen mehr oder weniger leicht. Unberücksichtigt ist dabei die Breite der Hülse geblieben, die auch keinen unwesentlichen Faktor darstellt. Auch die innere Struktur der Faserschicht, die sich bei den verschiedenen Lupinenarten etwas

unterscheidet (siehe Teil I), müßte in Rechnung gestellt werden. Immerhin stellen die Zahlen einen brauchbaren Ausdruck für die Platzeigenschaften der Art dar. Später wird geprüft werden, ob die Zahlen auch bei Stämmen und Auslesen Verwendung finden können.

b) *Die Teileigenschaften bei Stämmen und Auslesen von Lupinus angustifolius, Lupinus albus und Lupinus luteus.*

Die verwendeten Stämme sind nach ganz anderen Gesichtspunkten (alkaloidfreie, fettreiche, frühreife Stämme) als den für das Platzen oder Nichtplatzen wichtigen ausgelesen worden. Es ist deshalb nicht zu erwarten, daß sie sich in bezug auf Faserschichtdicke, Hülsenbreite und andere Teileigenschaften der komplexen Eigenschaft Platzen stark unterscheiden. Die dennoch vorhandenen Unterschiede sind rein zufälliger Natur. Erst die Auslesen, die im Hinblick auf Nichtplatzen der Hülsen gemacht sind, werden sich in diesen Eigenschaften stärker unterscheiden. Immerhin sind auch die zufälligen Unterschiede zwischen den Stämmen nicht unbedeutend.

Von *Lupinus albus* wurden zwei alkaloidfreie und fünf fettreiche Stämme untersucht.

Tabelle 8. Stämme von *Lupinus albus*.

Nr.	Breite der Hülse	Dicke der Faserschicht
	$M \pm m$ in mm	$M \pm m$ in mm
1	11,1 \pm 0,15	0,091 \pm 0,003
2	16,0 \pm 0,05	0,100 \pm 0,001
3	16,5 \pm 0,08	0,103 \pm 0,001
4	17,7 \pm 0,35	0,117 \pm 0,004
5	18,3 \pm 0,17	0,095 \pm 0,002
6	18,6 \pm 0,34	0,092 \pm 0,004
7	18,8 \pm 0,26	0,103 \pm 0,003

Nr.	Breite der Bauchnaht	Breite der Rückennaht
	$M \pm m$ in mm	$M \pm m$ in mm
1	0,294 \pm 0,003	0,228 \pm 0,004
2	0,314 \pm 0,002	0,249 \pm 0,002
3	0,335 \pm 0,005	0,264 \pm 0,003
4	0,372 \pm 0,002	0,252 \pm 0,004
5	0,309 \pm 0,001	0,241 \pm 0,003
6	0,295 \pm 0,004	0,235 \pm 0,009
7	0,296 \pm 0,004	0,235 \pm 0,004

In jeder Teileigenschaft zeigen sich Unterschiede, die z. T. fehlerkritisch gesichert sind. Dabei ist wesentlich, daß die Veränderungen nicht immer gleichläufig sind, daß nicht z. B. mit schmaler Hülse dünne Faserschicht und schmale Nähte verbunden sind. Die Unterschiede zwischen den Stämmen sind natürlich nicht so groß wie zwischen den Arten.

Auf Grund der in Tabelle 8 wiedergegebenen Zahlen wurde für jeden Stamm das Verhältnis Faserschichtdicke : Bauchnahtbreite : Rückennahtbreite errechnet.

Tabelle 9. Verhältnis Faserschichtdicke: Bauchnahtbreite: Rückennahtbreite bei Stämmen von *Lupinus albus*.

Nr.	Verhältnis
1	1 : 3,23 : 2,51
2	1 : 3,14 : 2,49
3	1 : 3,25 : 2,56
4	1 : 3,18 : 2,15
5	1 : 3,25 : 2,54
6	1 : 3,21 : 2,55
7	1 : 2,87 : 2,28

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, sind keine starke Abweichungen von einem durchschnittlichen Verhältnis von 1 : 3 : 2,5 vorhanden. Kleinere Abweichungen (Stamm 4 und 7) sind erwartungsgemäß vorhanden, da sich die Teileigenschaften ja nicht gleichsinnig verändern.

Eine ähnliche Untersuchung wurde an einer Reihe von Stämmen von *Lupinus angustifolius* durchgeführt. Dazu wurden frühreife Stämme, die aus der Sorte „Pflugs Allerfrüheste“ ausgelesen waren, verwendet.

Tabelle 10. Stämme von *Lupinus angustifolius* „Pflugs Allerfrüheste“.

Nr.	Breite der Hülse	Faserschichtdicke
	$M \pm m$ in mm	$M \pm m$ in mm
1	11,12 \pm 0,25	0,164 \pm 0,005
2	11,36 \pm 0,16	0,166 \pm 0,014
3	11,45 \pm 0,19	0,176 \pm 0,003
4	12,40 \pm 0,27	0,161 \pm 0,009
5	12,55 \pm 0,19	0,190 \pm 0,004
Nr.	Bauchnahtbreite	Rückennahtbreite
	$M \pm m$ in mm	$M \pm m$ in mm
1	0,299 \pm 0,011	0,236 \pm 0,009
2	0,324 \pm 0,007	0,243 \pm 0,004
3	0,329 \pm 0,007	0,246 \pm 0,006
4	0,328 \pm 0,008	0,263 \pm 0,007
5	0,357 \pm 0,004	0,288 \pm 0,009

Es sind zwischen den Stämmen kleine Unterschiede bezüglich der Teileigenschaften vorhanden. Auffallend ist bei diesem Material die gleichsinnige Zunahme aller Teileigenschaften, was den kleinen Unterschieden eine größere Bedeutung gibt. Nur in einem Falle, bei Stamm 4 findet bezüglich der Faserschicht ein Sprung statt. Diese ist dünner als man der Reihenfolge

Tabelle 11.

Verhältnis von Faserschichtdicke: Bauchnahtbreite: Rückennahtbreite bei *Lupinus angustifolius*, Stämme von „Pflugs Allerfrüheste“.

Nr.	Verhältnis
1	1 : 1,82 : 1,44
2	1 : 1,95 : 1,42
3	1 : 1,87 : 1,40
4	1 : 2,04 : 1,63
5	1 : 1,88 : 1,51

der anderen Teileigenschaften nach erwarten sollte. Das kommt auch in dem Verhältnis von Faserschichtdicke : Bauchnahtbreite : Rückennahtbreite zum Ausdruck (Tab. 11).

Diesen Verhältniszahlen nach müßte die Sorte „Pflugs Allerfrüheste“ ziemlich leichtplatzende Hülsen haben. Beobachtungen darüber habe ich nicht angestellt. Daß diese Verhältniszahlen für eine bestimmte Sorte charakteristisch sind, beweist der Unterschied zwischen dieser Sorte und der oben erwähnten Landsorte von *Lupinus angustifolius*. Zum Vergleich werden die Zahlen hier noch einmal wieder gegeben:

Landsorte	1 : 2,22 : 1,55
„Pflugs Allerfr.“	1 : 1,91 : 1,48

Erheblich größer ist natürlich der Unterschied zu der nichtplatzenden *Lupinus albus*. Das Verhältnis, das die ganze Art kennzeichnet, kommt mit kleinen Differenzen bei den Stämmen wieder zum Ausdruck.

Aus den Untersuchungen an den Stämmen ergibt sich also, daß in der Ausbildung der Teileigenschaften meßbare Unterschiede vorhanden sind. Da die Stämme nahe beieinander gewachsen waren, Unterschiede in der Stärke der Außeneinflüsse (Boden, Bewässerung) also weitgehend wegfallen, handelt es sich um charakteristische Unterschiede zwischen den Stämmen. Auch in anderer Hinsicht unterscheiden sich die Stämme, besonders bei *Lupinus albus* deutlich, z. B. in Laubfarbe, Höhe der Pflanzen, Ausbildung von Seitentrieben u. a. Die Unterschiede sind nur nie so groß, daß die Eigentümlichkeiten der betreffenden Art verwischt werden. Auch die Verhältniszahlen der Teileigenschaften der Hülse sind nie erheblich gestört. Immer ist bei *Lupinus albus* das Verhältnis günstiger als bei *Lupinus angustifolius*. Wenn dies Verhältnis leicht verschiebbar wäre, hätte man wahrscheinlich schon lange nichtplatzende Formen gefunden.

Etwas anders wird das Bild bei der Untersuchung der Freilandauslesen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus*. Wie v. SENGBUSCH (1934) berichtet hat, wurde von ihm versucht, nichtplatzende Formen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* direkt im Freiland auszulesen. Die Nachkommen dieser Auslesen habe ich untersucht.

Von *Lupinus luteus* sind im Jahre 1929 fünf Einzelpflanzen, die schwerer platzten als die normalen, ausgelesen worden. Die Teileigenschaften der daraus gezogenen fünf Stämme haben die in Tabelle 12 wiedergegebenen Abmessungen.

Tabelle 12. Schwereplatzende Stämme von *Lupinus luteus*.

Nr.	Dicke der Faserschicht <i>M</i>	Breite der Bauchnaht <i>M</i>	Breite der Rückennaht <i>M</i>
1	0,174	0,348	0,293
2	0,166	0,363	0,340
3	0,169	0,353	0,335
4	0,167	0,338	0,326
5	0,175	0,370	0,314
Mittel	0,170	0,355	0,319
Normal	0,182	0,332	0,246

Das Verhältnis der Dicke der Faserschicht zu der Breite der Bauchnaht zu der Breite der Rückennaht wurde für jeden Stamm ausgerechnet.

Tabelle 13. Verhältnis der Teileigenschaften bei schwererplatzenden Stämmen von *Lupinus luteus*.

Nr.	Verhältnis
1	1 : 2,00 : 1,68
2	1 : 2,19 : 2,05
3	1 : 2,09 : 1,98
4	1 : 2,02 : 1,95
5	1 : 2,11 : 1,79
Mittel	1 : 2,08 : 1,89
Normal	1 : 1,82 : 1,35

Man kann beobachten, daß die Rückennaht der Hülsen beim Platzen im allgemeinen zuerst aufspringt. Diese ist bei den Auslesen im Verhältnis zu den übrigen Teilen der Hülse wesentlich stärker als bei den normalen *Lup. luteus*. Auch die Bauchnaht ist verhältnismäßig stärker, da die Faserschicht etwas dünner ist als bei den normalen. Diese Verschiebung des Verhältnisses bewirkt sofort eine Erschwerung des Platzens. Unbewußt sind hier also Formen mit stärkeren Nähten ausgelesen worden.

Aus einem Feldbestand wurden 1935 nichtgeplatze Pflanzen herausgesucht, nachdem die meisten schon geplatzt waren. Es handelt sich um 27 Pflanzen aus einem Bestande von etwa 3 Millionen. An diesen wurden alle Teileigenschaften gemessen. Sie zeigten jedoch kaum eine nennenswerte Abweichung von dem normalen Material des betreffenden Jahres. Nur in einem Punkte unterschieden sie sich von diesem: die Faserschicht war, wie schon im ersten Teil beschrieben wurde, viel zarter gebaut. Besonders der äußere Teil der Faserschicht bestand aus sehr dünnwandigen Zellen. Dadurch waren die Hülsen dieser Pflanzen nicht geplatzt. Es handelt sich bei dieser Erscheinung anscheinend nicht um eine erbliche Eigenschaft, denn die Nachkommen dieser Pflanzen waren kaum besser als normale Pflanzen.

Die Bedeutung der Verhältniszahlen kommt auch an einem anderen Material zum Ausdruck, das in gewissem Sinne auch Auslesen darstellt. Aus einem Feldbestand von *Lupinus angustifolius* wurden typische kümmerformen ausgesucht, wie sie auf Lehmstellen und durch zu dichte Aussaat zustandekommen. Diese platzen erfahrungsgemäß schwerer als normal entwickelte Pflanzen, mit denen sie verglichen wurden. Außerdem wurden noch besonders üppige Pflanzen aus demselben Saatmaterial (Beregnung!) zum Vergleich herangezogen. Die Ergebnisse der Messungen der Teileigenschaften zeigt die Tabelle.

Tabelle 14. Vergleich von kümmerlichen, normalen und üppigen Formen von *Lupinus angustifolius*.

	Dicke der Fasersch.	Breite der Bauchnaht	Breite der Rückennaht
Kümmerformen	0,130	0,331	0,225
Normale Formen	0,153	0,337	0,237
Üppige Formen	0,182	0,354	0,251
	Verhältnisse		
Kümmerformen	1 : 2,55 : 1,73		
Normale Formen	1 : 2,22 : 1,55		
Üppige Formen	1 : 1,94 : 1,39		

Auch hier wieder läßt sich die umgekehrte Proportionalität der Größe der Verhältniszahlen für die Nähe und der Neigung zum Platzen der Hülsen feststellen.

c) Die Teileigenschaften bei Einzelpflanzen von *Lupinus angustifolius*, *L. luteus* und *L. albus*.

Wie im vorstehenden gezeigt wurde, gibt es zwischen Stämmen einer und derselben Art Unterschiede in der Ausbildung der Teileigenschaften. Diese Unterschiede müssen also schon an den Einzelpflanzen vorhanden sein, auf die die Stämme zurückgehen. Es fragt sich nur, ob man sie bei diesen erkennen kann, oder ob sie durch modifizierende Einflüsse verwischt sind. Will man Auslese von Formen treiben, die irgendeine der Teileigenschaften in günstiger Ausprägung aufweisen, dann muß man diese unter Einzelpflanzen suchen, da es sich dabei um Untersuchung von mindestens Zehntausenden von Einzelpflanzen handelt. Man kann diese Zahlen an A-Stämmen, an denen die Unterschiede an sich viel besser erkennbar sind, nie erreichen. Um die Größe der Modifikation zu erfassen, habe ich an einem umfangreichen Material die Variationsbreiten der Teileigenschaften festgestellt. Dazu wurden *Lupinus angustifolius* aus einem normalen Feldbestand verwendet.

Tabelle 15. Variationsbreite der Teileigenschaften bei *Lupinus angustifolius*.

Breite der Hülse:												
Breite:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17 mm
Gefundene Anzahl:			5	54	449	1624	2000	1247	282	36	2	1
Erwartete Anzahl:		3	31	203	736	1468	1693	1076	397	49	10	1
Dicke der Faserschicht:												
Dicke:	0,060	0,080	0,100	0,120	0,140	0,160	0,180	0,200	0,220	mm		
Gefundene Anzahl:	1	10	80	258	387	462	72	8				
Erwartete Anzahl:		7	67	267	462	348	110	15	2			
Breite der Bauchnaht:												
Breite:	0,221	0,255	0,290	0,323	0,357	0,391	0,425	0,459 mm				
Gefundene Anzahl:	4	39	469	799	412	75	21					
Erwartete Anzahl:	5	102	497	799	371	74	2					
Breite der Rückennaht:												
Breite:	0,136	0,170	0,204	0,238	0,272	0,306	0,340	0,374 mm				
Gefundene Anzahl:	6	100	663	830	160	15	2					
Erwartete Anzahl:		71	858	843	88	1						

Wie aus den Aufstellungen hervorgeht, sind die Variationsbreiten der Teileigenschaften ziemlich groß, zum Teil größer als erwartet. Die Nichtübereinstimmung mit den theoretischen Zahlen läßt mit Vorbehalt den Schluß zu, daß die Variabilität nicht nur durch die modifikative Abänderung eines reinerbigen Materials zustande kommt, sondern daß mehrere Erbanlagen für die Ausbildung der einzelnen Teileigenschaften vorhanden sind.

Um eine möglichst große Zahl von Einzelpflanzen vermessen zu können, habe ich bei der Messung von solchen meist nur eine Messung an einer Einzelpflanze vorgenommen. Um zu prüfen, ob man auf diese Weise einen Wert bekommt, der dem wahren Mittel der Einzelpflanze einigermaßen entspricht, habe ich an Einzelpflanzen mit vielen Hülsen an jeder Hülse Länge und Breite gemessen. Tabelle 17 zeigt einige aus diesem Material herausgegriffene Fälle.

Wie aus diesen Tabellen hervorgeht, sind zwischen Einzelpflanzen deutliche Unterschiede in Hülsenbreite und -länge vorhanden. Diese sind zum Teil fehlerkritisch gesichert. Die Standardabweichung, die ja den mittleren Fehler der Einzelvariante darstellt, ist besonders bei den Breitenmessungen nicht so groß, daß bei der Messung einer Hülse nicht die typische Hülsenbreite einer Einzelpflanze erkannt werden könnte. Bei *Lupinus luteus* ist die Streubreite innerhalb der Pflanze geringer, wie aus der kleineren Standardabweichung zu erkennen ist. Mehr noch als bei *L. angustifolius* ist also bei *Lupinus luteus* aus der Messung einer Hülse die der betreffenden Pflanze eigene Hülsenbreite zu erkennen.

Ein Beispiel aus der Tabelle 17 mag das Gesagte erläutern. Von den aufgeführten Einzelpflanzen von *Lupinus angustifolius* hat die

2. Pflanze eine mittlere Hülsenbreite von 13,56 mm bei einem mittleren Fehler des Mittels

Tabelle 17. Hülsenbreite und -länge der Hülsen von *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* mit Berechnung der Standardabweichung und des mittleren Fehlers des Mittels. Einzelpflanzen.

Länge der Hülsen		Breite der Hülsen	
$M \pm m$ in mm	σ	$M \pm m$ in mm	σ
a) <i>Lupinus angustifolius</i>			
57,74 \pm 2,07;	\pm 4,14	14,20 \pm 0,06;	\pm 0,12
53,80 \pm 2,84;	\pm 6,37	13,56 \pm 0,15;	\pm 0,33
52,17 \pm 2,00;	\pm 5,04	13,73 \pm 0,22;	\pm 0,54
48,50 \pm 2,28;	\pm 6,46	13,14 \pm 0,11;	\pm 0,32
48,40 \pm 2,07;	\pm 4,63	12,56 \pm 0,42;	\pm 0,95
46,86 \pm 1,86;	\pm 4,94	13,50 \pm 0,15;	\pm 0,39
45,60 \pm 0,78;	\pm 1,75	10,30 \pm 0,19;	\pm 0,42
45,50 \pm 1,54;	\pm 3,44	12,06 \pm 0,21;	\pm 0,48
45,00 \pm 1,58;	\pm 3,16	11,13 \pm 0,32;	\pm 0,64
45,00 \pm 1,04;	\pm 2,32	10,76 \pm 0,13;	\pm 0,28
43,80 \pm 1,66;	\pm 3,71	11,86 \pm 0,15;	\pm 0,33
43,00 \pm 1,29;	\pm 3,16	11,43 \pm 0,18;	\pm 0,45
42,80 \pm 1,00;	\pm 2,23	11,76 \pm 0,17;	\pm 0,39
b) <i>Lupinus luteus</i>			
54,60 \pm 1,51;	\pm 4,78	12,09 \pm 0,07;	\pm 0,23
52,40 \pm 1,80;	\pm 4,03	11,88 \pm 0,09;	\pm 0,25
52,00 \pm 1,84;	\pm 4,51	11,75 \pm 0,16;	\pm 0,39
51,16 \pm 1,40;	\pm 3,44	11,18 \pm 0,16;	\pm 0,39
51,11 \pm 1,41;	\pm 4,24	12,47 \pm 0,08;	\pm 0,24
50,80 \pm 1,37;	\pm 4,32	12,62 \pm 0,06;	\pm 0,19
50,17 \pm 1,38;	\pm 4,57	12,14 \pm 0,08;	\pm 0,27
48,55 \pm 1,69;	\pm 5,08	11,63 \pm 0,10;	\pm 0,30
48,33 \pm 2,31;	\pm 5,65	10,92 \pm 0,08;	\pm 0,19
48,25 \pm 0,96;	\pm 1,92	10,75 \pm 0,22;	\pm 0,43
44,14 \pm 1,75;	\pm 4,64	10,69 \pm 0,17;	\pm 0,45
44,00 \pm 1,70;	\pm 4,50	12,47 \pm 0,28;	\pm 0,75
44,00 \pm 1,31;	\pm 3,70	11,43 \pm 0,12;	\pm 0,33

von $\pm 0,15$, d. h., daß das wahre Mittel in einem Bereich von 13,11—14,01 mm liegt, im ungünstigsten Falle bei 13,11 mm. Von diesem Punkt ausgegangen, liegen die Breiten der einzelnen Hülsen der Einzelpflanze in einem Bereich von $\pm 3\sigma = 12,12—14$ mm. Die schmalste Hülse dieser Einzelpflanze kann also theoretisch

12,12 mm sein. Die 10. Einzelpflanze von oben hat eine mittlere Hülsenbreite von 10,76 ± 0,13 mm. Das wahre Mittel liegt also im günstigsten Falle bei $M + 3m = 11,13$ mm. In diesem Falle liegen die Hülsenbreiten der einzelnen Hülsen im Bereich von 10,29—11,97 mm. 11,97 mm kann also die breiteste Hülse dieser Einzelpflanze sein. Selbst im ungünstigsten Falle bei der Pflanze mit den breiteren Hülsen und im günstigsten Falle bei der Pflanze mit den schmälere Hülsen ist noch eine Differenz von 0,15 mm vorhanden. Da jedoch diese Fälle weder theoretisch noch erfahrungsgemäß häufig auftreten, ist der wirkliche Unterschied bedeutend größer und liegt durchaus im meßbaren Bereich.

Diese Unterschiede sind, wie öfter erwähnt, meist modifikativer Natur. Um die tatsächlichen also erblichen Unterschiede herauszustellen, habe ich versucht, die modifikativen Einflüsse durch Multiplikation mit einem bestimmten Faktor auszuschalten. Dieser Faktor ließe sich vielleicht gewinnen aus einer Teileigenschaft, die stark von äußeren Einflüssen abhängig ist, und zugleich erblich nicht oder sehr wenig veränderlich ist. Das wäre möglich, wenn alle Eigenschaften der Pflanze in gleichem Maße von den modifizierenden Einflüssen betroffen würden. Daß dies nicht der Fall ist, zeigen folgende Überlegungen.

Im hiesigen Versuchsgelände sind die Böden sehr ungleichmäßig. Da die Lupinen auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens stark reagieren, sind in einem Feldbestande alle Stufen von ausgesprochenen Kümmerformen bis zu relativ üppigen Formen vorhanden. An solchen Pflanzen wurde festgestellt, daß die Teile der Hülse weniger variabel sind als z. B. die Wuchshöhe der Pflanzen, die Dicke des Stieles u. a. Ein Ausdruck für die Variabilität ist der Variationskoeffizient

$$v = \frac{100 \sigma}{M}$$

Die folgende Tabelle zeigt die Varia-

Tabelle 18. Variationskoeffizienten der Teileigenschaften der Hülse bei Stämmen von *Lupinus albus*.

Stamm-Nummer	Höhe der Pflanzen	Dicke des Stieles	Dicke des Stiechens	Breite der Hülse	Dicke der Faserschicht	Breite der Bauchnaht	Breite der Rückennaht
1	20,2	16,3	22,5	2,8	5,8	9,9	7,6
2	15,9	13,4	12,2	7,1	12,1	2,1	11,3
3	13,9	26,5	21,3	9,3	20,0	3,6	11,6
4	13,8	19,2	15,7	3,1	13,0	5,4	6,8
5	12,8	23,9	23,3	7,3	16,3	5,4	14,5
6	11,3	24,8	27,7	9,6	16,5	9,5	12,3
Mittel	14,6	20,7	20,4	6,5	13,9	6,0	10,7

tionskoeffizienten für die Teileigenschaften bei Stämmen von *Lupinus albus*.

Die mittleren Variationskoeffizienten sind für die Teile der Hülse kleiner als für die übrigen Teile der Pflanze, d. h., daß hiermit zahlenmäßig eine Beobachtung bewiesen ist, die man an allen Lupinen machen kann, daß nämlich auch schwach entwickelte Pflanzen noch relativ gut ausgebildete Hülsen tragen.

Von den Teilen der Hülse hat die Faserschicht die größte Variabilität. Sie beträgt im Mittel 13,9, gegenüber 6,5, 6,0 und 10,7 der übrigen Hülsenteile. Diese Zahlen gelten für *Lupinus albus*. Daß bei *Lupinus angustifolius* ähnliches

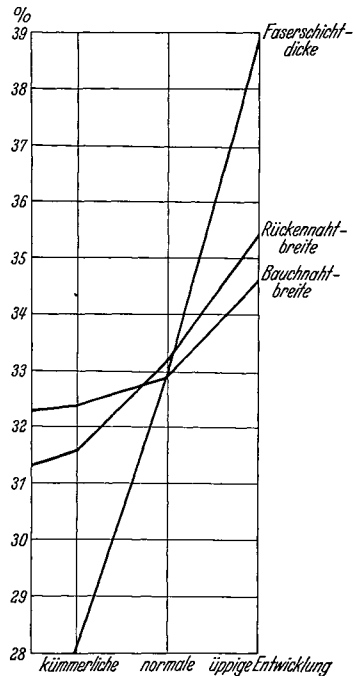


Abb. 1. *Lupinus angustifolius*. Veränderlichkeit der Teileigenschaften der Hülse bei verschiedener Ausbildung der Pflanzen.

gilt, zeigen die oben erwähnten Kümmerformen, normalen und üppigen Formen. Wenn man die in Tabelle 14 wiedergegebenen Zahlen in ein Kurvenschema einträgt (Abb. 1), erkennt man an der Neigung der Linien, daß die Faserschicht von den drei gemessenen Eigenschaften am stärksten variiert. Durch diese stärkere Abhängigkeit der Faserschicht von den modifizierenden Außeneinflüssen läßt sich die immer wieder zu beobachtende Erscheinung erklären, daß Kümmerformen schwerer platzen als normale oder gar üppige Formen. Bei Auslesen im Freiland würden deswegen auch in erster Linie Kümmerformen gefunden, wenn man dieser Tatsache nicht Rechnung tragen und nur einiger-

maßen gut ausgebildete Pflanzen im Freiland auslesen würde.

Um die verschiedene Variabilität der Teile der Pflanze nochmals zu demonstrieren, wurden an einem größeren Material von *Lupinus angustifolius* (etwa 600 Pflanzen) Stiel- und Stielchendicke einerseits und die Teile der Hülse andererseits gemessen. Die Abb. 2 zeigt die Kurven der verschiedenen Veränderlichkeit. Das Material wurde nach der Dicke des Stengels in Klassen eingeteilt. Die Stengeldicke wurde also als Maßstab für die bessere oder schlechtere Ausbildung der Pflanzen angenommen. Die Klassen

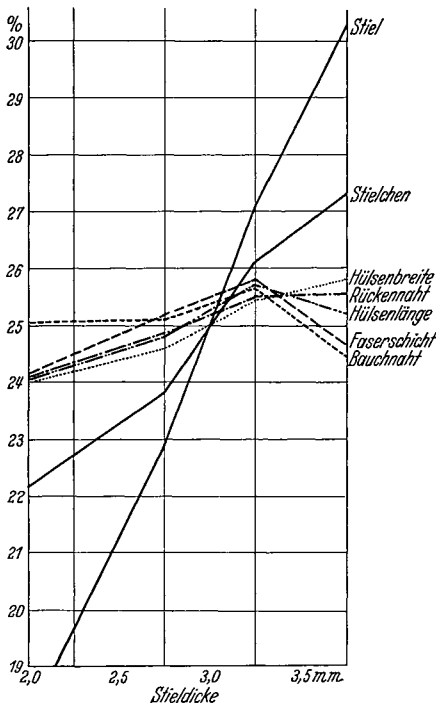


Abb. 2. *Lupinus angustifolius*. Veränderlichkeit der Teileigenschaften. Das Material ist nach Klassen der Stielstärke als Maßstab für die Ausbildung der Pflanze eingeteilt.

der Stengeldicke sind auf der Abszisse abgetragen. Auf der Ordinate sind die Werte für die einzelnen Teileigenschaften aufgetragen. Diese Werte sind auf die Weise gewonnen, daß die Mittelwerte je einer Teileigenschaft summiert und gleich 100 gesetzt sind. Der einzelne Mittelwert ist dann in % dieser Summe ausgedrückt. Auf diese Weise kann man die Ergebnisse in vergleichbaren Größen in ein Schema eintragen. Die Neigung der Linien gibt ein Maß für die Variabilität der Teileigenschaften.

Stiel und Stielchen ergeben auf diese Weise der eine eine mehr, das andere eine weniger steil ansteigende Linie. Die Teile der Hülse ergeben eine Kurvenschar von geringerer Neigung. Auch

hier ist wieder die geringe Variabilität der Hülseanteile festzustellen. Diese Erscheinung wird durch die tatsächliche Beobachtung bestätigt: auch bei *Lupinus angustifolius* haben selbst ziemlich kleine Pflanzen noch äußerlich gut entwickelte Hülsen und Samen, ebenso wie gut entwickelte Pflanzen kaum größere Hülsen und Samen haben. Erst in extrem schlechten Verhältnissen werden Hülsen und Samen kleiner. Die Zahl der Hülsen schwankt mit der Ausbildung der Pflanzen. Seitentriebe werden nur bei ziemlich guter Entwicklung der Pflanzen ausgebildet.

Wenn Seitentriebe an einer Pflanze ausgebildet werden, dann müssen zunächst genügend Nährstoffe vorhanden sein, um den Haupttrieb zu voller Entwicklung zu bringen. Bei Messungen an solchen Pflanzen und zwar nur am Haupttrieb (Länge Breite der Hülsen, Dicke der Faserschicht usw.) ergibt sich eine außerordentlich geringe Variabilität der Teileigenschaften der Hülse. Diese Erfahrung soll bei den zukünftigen Arbeiten weitgehend nutzbar gemacht werden, indem zur Untersuchung hauptsächlich Pflanzen mit Seitentrieben, also gut entwickelte Pflanzen herangezogen werden.

Schlußfolgerungen für die Anzucht der Pflanzen.

Wie im vorstehenden gezeigt wurde, sind zwischen den Arten Unterschiede in der Ausbildung der Teileigenschaften der Hülse vorhanden. Innerhalb der einzelnen Arten sind zwischen Stämmen und schließlich zwischen den Einzelpflanzen ebenfalls Unterschiede in der Breite der Hülse, der Dicke der Faserschicht, der Breite der Nähte usw. vorhanden. Die Unterschiede sind bei den Stämmen gering, dagegen bei den Einzelpflanzen ziemlich groß. Sie entstehen bei den Einzelpflanzen hauptsächlich durch Modifikation, d. h. durch verschieden starke Einwirkung der Außenfaktoren. Es besteht große Wahrscheinlichkeit, daß die Unterschiede nicht nur modifikativ sind, sondern daß auch erbliche Unterschiede auftreten. Theoretisch müßten diese zutage treten, wenn man das Material unter absolut gleichmäßigen Verhältnissen anzieht. Da dies jedoch nicht erreicht werden kann, denn es handelt sich immer um eine große Zahl von Pflanzen (Feldbestände), muß wenigstens versucht werden, die Variabilität weitgehend einzuengen. Folgende Gesichtspunkte sind dabei zu berücksichtigen.

1. Der Boden muß tunlichst gleichmäßig sein.
2. Jede Pflanze muß den gleichen Standraum haben. Nach unseren Erfahrungen finden *Lu-*

pinus angustifolius und *Lupinus luteus* günstige Bedingungen, wenn der Reihenabstand 20 cm, und der Abstand der Pflanzen in der Reihe 10 cm beträgt. Unter diesen Umständen bilden beide Arten Seitentriebe aus, was wie oben besprochen, erst bei voller Ausbildung des Haupttriebes eintritt.

3. Die Pflanzen müssen ausreichend Feuchtigkeit zur Verfügung haben. Durch künstliche Beregnung des Zuchtgartens haben wir eine unvergleichlich bessere Entwicklung der Pflanzen als im nichtberegneten Gelände erzielt.

Diese Punkte mögen für Gebiete, in denen die Lupinen sowieso günstige Wachstumsbedingungen finden, belanglos erscheinen. Für das hiesige Versuchsgelände spielen sie eine ausschlaggebende Rolle. Für morphologische Untersuchungen wie die vorliegenden und auch andere ist es eben Grundbedingung, ein gleichmäßiges Material zur Verfügung zu haben.

Vererbbarkeit der Teileigenschaften.

Es ist bei allen bisherigen Überlegungen immer vorausgesetzt, daß die Teileigenschaften mehr oder weniger frei vererbbar sind. Irgendwelche Vorstellungen über die genetischen Grundlagen der Ausbildung der Teileigenschaften lassen sich aus dem bisher Mitgeteilten nur mit großer Vorsicht gewinnen. Erst die Aufarbeitung der diesjährigen Ernte wird über diese Frage einige Klarheit bringen.

Einige Anhaltspunkte dafür, daß die Teil-

eigenschaften frei vererbare Eigenschaften sind, ergeben sich auch aus den vorliegenden Ergebnissen. Ein nicht unwesentlicher Befund soll mitgeteilt werden.

Innerhalb eines Stammes oder einer reinen Linie müssen alle Eigenschaften in Korrelation zueinander stehen, da gerade diese Korrelationen die Eigentümlichkeiten in bezug auf Habitus und sonstige Eigenschaften des betreffenden Stammes ausmachen. Z. B. das Längen- und Breitenverhältnis der Hülsen, das einen bestimmten Stamm bezüglich der Form der Hülsen charakterisiert, tritt bei jeder einzelnen Pflanze, gleichgültig, ob sie groß oder klein ist, mit einem gewissen Fehler immer wieder auf. Daraus ergibt sich dann bei der Untersuchung des ganzen Stammes die Korrelation zwischen den beiden verglichenen Eigenschaften. Dasselbe gilt für alle anderen Eigenschaften der Pflanze wie Wuchshöhe, Dicke des Stieles und die Teileigenschaften der Hülsen.

In einer Population dürften diese Korrelationen theoretisch gar nicht auftreten, wenn das Material sehr uneinheitlich ist. Je einheitlicher es jedoch ist, um so größer müssen die Korrelationen sein. Wenn z. B. das Verhältnis Länge : Breite der Hülse bei einem Stamm mit einem kleinen Fehler 4 : 1 ist, kann dies Verhältnis bei einer Population bei Einzelpflanzen zwischen 3 : 1 und 5 : 1 schwanken. Diese größere Schwankung der Verhältniszahlen vermindert die Korrelation bei Betrachtung der gesamten Population.

Tabelle 19. Korrelationen zwischen den Teileigenschaften der Hülse und anderen Eigenschaften der Pflanzen bei einem Stamm von *Lupinus albus* und einer Population von *Lupinus angustifolius*.

	<i>Lupinus albus</i> -Stamm	<i>Lupinus angustifolius</i>
Stieldicke : Stielchendicke	$r = +0,7052 \pm 0,0524$	$r = +0,5360 \pm 0,0305$
Hülsenbreite : Hülsenlänge	$r = +0,3210 \pm 0,0935$	$r = +0,2420 \pm 0,0400$
Hülsenbreite : Faserschichtdicke	$r = +0,5021 \pm 0,0780$	$r = +0,3429 \pm 0,0378$
Hülsenbreite : Bauchnahtbreite	$r = +0,6022 \pm 0,0664$	$r = +0,0946 \pm 0,0424$
Hülsenbreite : Rückennahtbreite	$r = +0,6408 \pm 0,0614$	$r = +0,3693 \pm 0,0370$
Hülsenlänge : Faserschichtdicke	$r = +0,3494 \pm 0,0915$	$r = +0,2345 \pm 0,0405$
Hülsenlänge : Bauchnahtbreite	$r = +0,5600 \pm 0,0716$	$r = +0,2255 \pm 0,0406$
Hülsenlänge : Rückennahtbreite	$r = +0,5318 \pm 0,0748$	$r = +0,1605 \pm 0,0417$
Faserschichtdicke : Bauchnahtbreite	$r = +0,7601 \pm 0,0440$	$r = +0,1749 \pm 0,0415$
Faserschichtdicke : Rückennahtbreite	$r = +0,7383 \pm 0,0474$	$r = +0,2573 \pm 0,0400$
Bauchnahtbreite : Rückennahtbreite	$r = +0,7173 \pm 0,0506$	$r = +0,4107 \pm 0,0356$
Hülsenbreite : Stieldicke	$r = +0,3405 \pm 0,0924$	$r = +0,1097 \pm 0,0423$
Hülsenbreite : Stielchendicke	$r = +0,5346 \pm 0,0745$	$r = +0,4169 \pm 0,0354$
Hülsenlänge : Stieldicke	$r = +0,6003 \pm 0,0667$	$r = +0,4522 \pm 0,0341$
Hülsenlänge : Stielchendicke	$r = +0,7396 \pm 0,0472$	$r = +0,2988 \pm 0,0390$
Stieldicke : Faserschichtdicke	$r = +0,5631 \pm 0,0712$	$r = +0,2127 \pm 0,0409$
Stieldicke : Bauchnahtbreite	$r = +0,2762 \pm 0,0756$	$r = +0,2762 \pm 0,0396$
Stieldicke : Rückennahtbreite	$r = +0,5374 \pm 0,0741$	$r = +0,1867 \pm 0,0413$
Stielchendicke : Faserschichtdicke	$r = +0,6575 \pm 0,0592$	$r = +0,2525 \pm 0,0401$
Stielchendicke : Bauchnahtbreite	$r = +0,6869 \pm 0,0551$	$r = +0,0904 \pm 0,0425$
Stielchendicke : Rückennahtbreite	$r = +0,6586 \pm 0,0590$	$r = +0,1365 \pm 0,0420$

Diese Verhältnisse habe ich an einem geeigneten Material nachgeprüft. An 545 Pflanzen eines Feldbestandes von *Lupinus angustifolius* (Landsorte) und an einem Stamm von *Lupinus albus* wurden gemessen:

1. Dicke des Stieles.
2. Dicke des Stielchens.
3. Breite der Hülse.
4. Länge der Hülse.
5. Dicke der Faserschicht.
6. Breite der Bauchnaht.
7. Breite der Rückennaht.

Leider stand mir von *Lupinus angustifolius* kein Stamm mit genügend Pflanzen zur Verfügung. Ich glaube immerhin, daß auch der Vergleich zwischen einem *Lupinus albus*-Stamm und einer *Lupinus angustifolius*-Population angängig ist.

Die Messungen wurden an jeder Einzelpflanze durchgeführt. Es wurden dann Korrelations-tabellen aufgestellt, die je zwei Eigenschaften miteinander vereinigten. Aus diesen Tabellen wurden die Korrelationskoeffizienten r berechnet. Es wurden die Korrelationen jeder Eigenschaft mit jeder anderen festgestellt. In der Tabelle 19 sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammengefaßt.

Wie nach der obigen Überlegung erwartet, sind die Korrelationskoeffizienten bei dem Stamm tatsächlich erheblich größer als bei der Population. Rückwärts kann man daraus also schließen, daß die untersuchte Landsorte wirklich eine Population, d. h. eine erblich einheitliche Sorte ist. Es muß demnach gelingen, aus dieser Sorte Stämme mit verschiedenen Eigenschaften heranzuzüchten.

Es fällt an der Tabelle auf, daß sämtliche Korrelationskoeffizienten bei *Lupinus angustifolius* positiv sind. Wenn an sich keine Korrelation zwischen den gemessenen Eigenschaften vorhanden gewesen wäre und die gefundenen Werte durch Zufall zustande gekommen wären, dann müßten ebenso viele positive wie negative Korrelationskoeffizienten vorkommen. Aber diese mehr oder weniger schwachen Korrelationen charakterisieren eben die betreffende Art, die als solche natürlich auch eine gewisse Einheitlichkeit aufweist. Die Einheitlichkeit und infolgedessen die Korrelationen sind bei einem Stamme größer als bei der Art.

Schluß.

Was bedeuten die mitgeteilten Tatsachen für die Lösung des Problems der Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen?

Es ist festgestellt, daß zwischen den Arten in der Ausbildung der Teileigenschaften der Hülse Unterschiede bestehen. Allerdings lassen sich die Lupinenarten bis jetzt überhaupt nicht miteinander kreuzen, so daß sich die Möglichkeit der Kombination der günstigen Eigenschaften der verschiedenen Arten nicht ausnutzen läßt. Ferner bestehen zwischen den Stämmen einer und derselben Art und zwischen Einzelpflanzen deutliche Unterschiede. Diese Unterschiede sind wahrscheinlich erblich. Es fragt sich nun, ob wir Formen finden werden, die die Teileigenschaften in einer genügend ausgeprägten Form enthalten, die z. B. eine genügend dünne Faserschicht haben und andere, die eine genügend feste Naht aufweisen. Nur mit solchen Formen lohnt es sich, Kreuzungen durchzuführen, um auf diese Weise das Verhältnis der spannungserzeugenden zu den das Platzen hemmenden Teileigenschaften zu verschieben, so daß ein Nichtplatzen der Hülsen resultiert. Das bisher untersuchte Material ist, obwohl es sich um etwa 200 000 Einzelpflanzen handelt, die in verschiedenen Richtungen untersucht sind, noch zu klein, um diese Frage beantworten zu können. Erst die weitere Arbeit wird darüber Klarheit verschaffen.

Im ganzen gesehen sind nach dem heutigen Stand der Arbeiten berechtigte Aussichten vorhanden, auf dem angegebenen Wege zu nichtplatzenden Formen von gelben und blauen Lupinen zu gelangen. Die Berechtigung zu diesem Schluß läßt sich auch aus folgenden Überlegungen herleiten.

Alle alten Kulturpflanzen unter den Leguminosen, wie Erbsen, Gartenbohnen, Sojabohnen, weiße Lupinen u. a. haben nichtplatzende Hülsen. Jüngere Kulturleguminosen, wie gelbe und blaue Lupinen, Wicken u. a. und Wildformen haben platzende Hülsen. Das Nichtplatzen der Hülsen der alten Kulturleguminosen kann auf zweierlei Weise zustande gekommen sein. Entweder haben unsere Vorfahren aus den Wildformen diejenigen ausgesucht, die von vornherein nichtplatzende Hülsen hatten oder die nichtplatzenden Formen sind durch unbewußte Züchtung aus platzenden entstanden, ähnlich wie aus den Getreidewildformen mit brüchiger Ährenspindel die heutigen Getreidesorten mit fester Ährenspindel hervorgegangen sind. Den Vorgang der unbewußten Auslese kann man sich so vorstellen, daß in jedem Jahre die am leichtesten platzenden Formen verloren gingen. Diese Selektion durch Jahrtausende fortgesetzt, führte zu immer platzfesteren Formen, bis am Ende nur noch die nichtplatzenden übrig waren. Diese

letztere Annahme, daß die nichtplatzenden Formen der Leguminosen durch unbewußte Züchtung entstanden seien, hat mehr für sich, da die Stammformen wahrscheinlich platzende Hülsen hatten. Von Erbsen z. B. ist die eigentliche Wildform nicht bekannt, wohl aber eine nahe Verwandte, die platzende Hülsen hat.

Die Züchtung irgendwelcher Formen durch unbewußte Züchtung nimmt immer sehr lange Zeiträume in Anspruch. Es sei daran erinnert, daß Erbsen schon in den Pfahlbauten gefunden wurden, die Sojabohnen wahrscheinlich schon viel länger in Kultur sind und die weißen Lupinen nachweislich von den Römern angebaut wurden. Nachdem die Ursachen des Platzens der Hülsen erkannt sind, kann man diese langen Zeiträume stark abkürzen, sei es durch direkte fortgesetzte Auslese schwerplatzender Formen im Freiland oder durch die hier dargelegte Me-

thode der Synthese der komplexen Eigenschaft Nichtplatzen aus ihren Teileigenschaften. Die Auslese im Freiland hat den Vorteil, daß eine unendliche Menge von Pflanzen mit geringem Aufwand an Mitteln verarbeitet werden kann, während die Auslese auf Teileigenschaften an das Laboratorium gebunden ist und die Zahl der untersuchten Pflanzen trotz der Anwendung stark vereinfachter Methoden immer relativ klein bleiben muß. *Eine Vereinigung beider Methoden wird wahrscheinlich einmal zum endgültigen Erfolg führen.*

Literatur.

JOHANNSEN, W.: Elemente der exakten Erblchkeitslehre. III. Auflage. Jena 1926.

ZIMMERMANN, K.: Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen. I. Anatomie und Morphologie der Lupinenhülsen. Züchter 8, 231—240 (1936).