

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

Anthocyanmutanten bei *Lupinus angustifolius* L.

Von H.-J. Troff.

Verschiedene leicht erkennbare Merkmale der *Lupinus angustifolius* sind bereits auf ihr erbliches Verhalten hin untersucht. Es sind dies die Blüten- und Samenfarben, die in ihrem Erbgang heute weitgehend — wenn auch noch nicht erschöpfend — bekannt sind. Die ersten derartigen Untersuchungen veröffentlichte FRUWIRTH (1) bereits 1906. In den nordischen Staaten fanden diese Fragen besondere Aufmerksamkeit. 1912 veröffentlichte B. KAJANUS (4) aus Weibullsholm einen Beitrag über die Samenrassen von *Lup. angustifolius* und *Lup. luteus*. 1919 griff VESTERGAARD (12) in Dänemark das Problem erneut auf. 1921 konnte HALLQUIST (3) wiederum aus Weibullsholm über die Analyse von Blüten- und Samenfarben von *Lup. angustifolius* berichten. Dies rege Interesse an der Genetik der *Lup. angustifolius* in den nördlichen Ländern läßt vermuten, daß dort dieser Art mit den kurzlebigsten Formen der Lupine eine besondere wirtschaftliche Bedeutung beigelegt wird. Über die Vererbung der Hilumzeichnung und über das Auftreten von Formen ohne eine solche hat ROEMER (5) 1923 ebenso wie über Zusammenhänge zwischen Blüten- und Samenfarbenvererbung (6) 1924 Aufschluß gegeben. 1925 erschien die erste Arbeit von SYPNIEWSKI (9) aus Pulawy über Varietäten und Rassen von *Lup. angustifolius*, der 1930 eine zweite über dasselbe Thema (10) folgte. Die Klärung der Vererbung von Blüten- und Kornfarben war auch hier Gegenstand der Untersuchungen.

I. Bedeutung.

Die genannten Merkmale können für die Kennzeichnung physiologisch unterschiedlicher Sorten ein praktisch begründetes Interesse haben. Sie sind aber nur in der Blütezeit oder im gedroschenen Zustand ein Erkennungsmerkmal. Besonders für die Saatenanerkennung sind jedoch sortentypische Kennzeichnungen der Pflanzen während der ganzen Vegetationszeit erwünscht. Die alkaloidarme *Lup. angustifolius* unterscheidet sich im Habitus bei normalen Frühsaaten kaum von der alkaloidhaltigen Form. Eine Vermischung läßt sich mit dem Auge meist

nur schwer und oft gar nicht feststellen. Die Vermischungsgefahr ist aber besonders dort groß, wo hartschalige bittere Lupinenkörner aus früherem Anbau im Boden liegen und nun alkaloidarme Sorten zur Vermehrung kommen. Eine geringe mechanische Verletzung der harten Samenschale (Ritzung) kann die Quellung und Keimung des im Boden lange keimfähigen Kornes bewirken. Der so entstehende unerwünschte Durchwuchs muß jederzeit zu erkennen sein, damit er vor der Ernte ausgezogen werden kann. Für die Zucht- und Vermehrbearbeitung der alkaloidarmen *Lup. angustifolius* ist es daher erwünscht, auffällige Merkmale zu suchen, die, möglichst infolge von Pleiotropie an den Pflanzen und an den Körnern auftretend, sie von denen der bitteren Artgenossin vom Anfang bis zur Reife und auch noch am Erntegut deutlich unterscheiden.

Durch die Arbeiten von FRUWIRTH (1), HALLQUIST (3), ROEMER (5, 6) und SYPNIEWSKI (9, 10) ist bekannt, daß bei *Lup. angustifolius* die weiße Blütenfarbe sowie die weiße und schmutzigweiß-gelbe Kornfarbe gemeinsam auftreten und wahrscheinlich pleiotrop bedingt sind. Gelegentlich finden sich auch in den Arbeiten dieser und der anderen genannten Autoren Hinweise darauf, daß die Kotyledonen-, ferner die Laub- und Stengelfarbe der weißblühenden Form ein helleres Grün zeigt als das der normalen *Lup. angustifolius*. Auf die Vererbung und Auswertbarkeit der Laub- und Stengelfarbe wird aber an keiner Stelle näher eingegangen. Die weißsamigen, weißblühenden bitteren *Lup. angustifolius* waren bis zum Aufkommen der Süßlupinen¹ keineswegs selten. Es gab eine Reihe von im Handel befindlichen Sorten und Herkünften. Besonders bekannt waren die Mahndorfer „weiße Viktoria“ und die Sorte „Edelweiß“ von Raddatz. Weißsamige, hellgrünlaubige, weißblühende *Lup. angustifolius* würden als alkaloidarme Form demnach in steter Gefahr sein, mit Körnern oder Pflanzen solcher Sorten und Varietäten vermischt zu werden.

¹ Ges. gesch. Warenzeichen.

Ein weiterer Gesichtspunkt läßt die Benutzung der weißen Samenfarbe als sortentypisches Merkmal für die alkaloidarme *Lup. angustifolius* ungeeignet erscheinen. Die Weißkörnigkeit konnte auch bei den alkaloidarmen *Lup. luteus* als Mutation auftretend 1932 von mir (11) und 1937 in dem von v. SENGBUSCH (7) bearbeiteten Material gefunden werden. Die 1932 aufgetretene Form der Weißsamigkeit ist pleiotrop mit Merkmalen verbunden, die sich auch an der Pflanze äußern. Es fehlt hier die Fähigkeit, in dem sonst üblichen Maße Anthocyan in Stengeln und Laubblättern und besonders in den Deck- und Hüllblättern der Knospen auszubilden. Ferner kommt als charakteristisch dazu, daß diese weißkörnige Mutante ein vollkommen gelbes Schiffchen mit fast farbloser Spitze hat, während die Normalform der *Lup. luteus* mit gezeichneten Körnern eine glänzenschwarze Schiffchenspitze hat. Alle aufgezählten, leicht erkennbaren Merkmale machten diese weißkörnige Form besonders geeignet, sie mit den anderen Werteigenschaften, die seit Auffindung der gelben Süßlupine erarbeitet worden sind, zu kombinieren. Die weißkörnige platzfeste, weitgehend weichschalige Müncheberger gelbe Süßlupine wird die Formen mit gezeichneten Körnern schon deshalb bald aus dem Handel und Anbau verdrängen, weil die Platzfestigkeit der Hülsen das Risiko bei der Erntebergung ganz erheblich herabsetzt. Nun überschneiden sich aber die Anbauggebiete der *Lup. luteus* und der *Lup. angustifolius* oft zwangsläufig auf Grund der wechselnden Bodenverhältnisse. Die Vermischungsgefahr auf Speichern und Böden ist deshalb nicht zu unterschätzen. In den Normalformen sind die Körner der beiden Arten mit dem Auge leicht zu unterscheiden. Die Unterscheidung der weißkörnigen *Lup. luteus* „Weiko“ von normalgefärbten Körnern der *Lup. angustifolius* bietet ebenfalls keine Schwierigkeiten. Sehr schwer ist es jedoch, mit dem Auge kleine Beimengungen von Körnern weißsamiger *Lup. angustifolius* ohne Hilumszeichnung im Saatgut weißkörniger *Lup. luteus* zu erkennen. Die meist abgeplattete Form der Körner von *Lup. luteus* ist zwar gegenüber den mehr runden Körnern von *Lup. angustifolius* ein Anhaltspunkt, der aber durch Ernährungseinflüsse stark überdeckt werden kann. Da die maschinelle Trennung von Korngemischen der beiden Arten nur bis zu einem gewissen Grade durchführbar ist, würde die letzte Möglichkeit, durch Handverlesung eine saubere Trennung erreichen zu können, durch die weiße Kornfarbe als Sortenmerkmal bei *Lup. angustifolius* sehr erschwert. Die Sorten- und Artenvermischungs-

gefahren sprechen demnach heute aus praktischen Erwägungen dagegen, die weiße Kornfarbe bei *Lup. angustifolius* für die Kennzeichnung physiologisch wertvoller Neuzüchtungen zu benutzen.

II. Auftreten.

Als Unterscheidungsmerkmal der Körnerkäme also nur eine andere Farbtönung in Frage. Bei der genauen Durchsicht auf Mutationen, der 1934 noch alle der mir damals anvertrauten Vermehrungsbestände der alkaloidarmen *Lup. angustifolius* unterzogen wurden, fand Fr. CHARLOTTE PROHL in einem Vermehrungsbestand des Stammes 411 in Hohenfinow eine auffallend dunkel gefärbte Pflanze mit blaurötlichen Blättern und

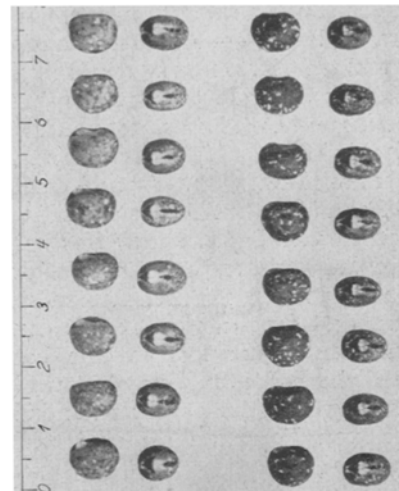


Abb. 1. Körner von *Lup. angustifolius*.
Links von Stamm 411. Rechts von dessen anthocyanhaltiger Mutante.

nur wenig helleren Blattstielen und Stengeln. Diese Pflanze wurde für sich geerntet. Ihre Körner waren auch deutlich dunkler gefärbt als die der übrigen Pflanzen. Diese Einzelpflanze erwies sich in bezug auf die abweichende Färbung als homozygot. Abb. 1 zeigt die Unterschiede zwischen der Kornfärbung der neu gefundenen Mutante und der des Ausgangsstammes. Außer der verstärkten Pigmentbildung waren und sind bis heute keine Veränderungen an den Körnern zu bemerken. Der dunkle Nabelstreifen und die über dem Nabel liegende dreieckförmige dunkle Stelle sind in Form und Größe dieselben wie die der Ausgangsform. Die Pflanzen unterscheiden sich ebenfalls ausschließlich in der Farbe von dem Stamm 411. Abb. 2 zeigt links die Mutante neben hellgrünlaubigem Material.

Im Jahre 1936 wurde in dem von Dr. v.

SENGBUSCH bearbeiteten Material in einer bitteren normallaubigen Landsorte von *Lup. angustifolius*, die aus Mecklenburg stammte, hier im Institut ebenfalls eine dunkellaubige Mutante gefunden. Auch bei dieser Form konnte ich später feststellen, daß es sich um gesteigerte Anthocyanbildung handelte. Das Pigment ist in Wasser und Alkohol löslich und bewirkt in saurer Lösung eine rötliche Färbung. Auch in diesem Falle wurde die Farbänderung in den folgenden Generationen rein weiter vererbt. In beiden Fällen ähnelt die Laubfärbung der der Blutbuche *Fagus silvatica* var. *atropurpurea* Petz

gen Form gemacht. Die 66 F_1 -Pflanzen waren 1940 alle anthocyanhaltig. Da sie bitter waren, ist erwiesen, daß die Kreuzungen gelungen waren und es sich nicht um Selbstungen handelte. Die aus 52 dieser F_1 -Pflanzen im Jahre 1941 angezogenen 2725 F_2 -Pflanzen waren bis auf 18 normalgefärbte ebenfalls alle anthocyanhaltig. Die Erklärung für die 0,66% Ausnahmen, zu denen auch die nicht mit Sicherheit erkennbaren Typen gerechnet sind, kann in Rückmutationen zu suchen sein, wie sie ROEMER (6) bei seinen Untersuchungen auch fand. Der Beweis für eine Parallelmutation in physiologisch verschiedenem Material einer Art dürfte jedoch erbracht sein.

III. Verhalten.

Die Unterschiede im Alkaloidgehalt der Körner der Ernten 1941 und 1942 zwischen den anthocyanhaltigen Formen und normallaubigen Sorten wie dem alkaloidarmen Stamm 411 und der normal alkaloidhaltigen früheren Zuchtsorte „Pflugs Allerfrüheste“ sind aus Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1¹.

Sorte	Alkaloidgehalt in %	
	1941	1942
Anthocyanhaltig alkaloidarm .	0,030	0,059
„ alkaloidhaltig	1,350	1,170
Stamm 411 alkaloidarm .	0,030	0,037
Pflugs Allerfrüheste alk.-haltig	1,390	1,390

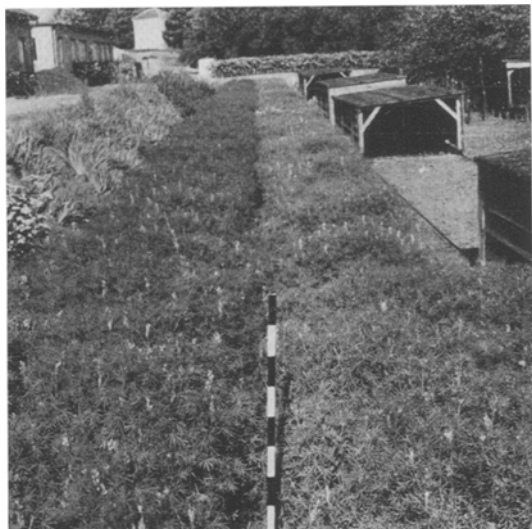


Abb. 2. Links anthocyanhaltige *Lup. angustifolius*.
Rechts hellgrünlaubige *Lup. angustifolius*.

et K. und der Bluthaselnuß *Corylus silvestris* var. *atropurpurea* Petz et K. Von dem Löwenmäulchen *Antirrhinum majus* bringt die Firma Haage & Schmidt die Sorten „Othello“ und „Schwarzer Prinz“ in den Handel, die in ihrer tiefroten Laubfarbe den Lupinen-Mutationen ähnlich sind. In der Kornfärbung hat es den Anschein, als ob die Körner der alkaloidhaltigen eine Kleinigkeit heller bleiben als die der alkaloidarmen. Abb. 3 zeigt die Kornfärbungen der beiden Mutanten und des Stammes 411 auf schwarzem Untergrund, der die Unterschiede deutlich werden läßt.

Im Jugendstadium von Frühsaaten sind die beiden Mutanten äußerlich nicht voneinander zu unterscheiden. Es gelang auch nachzuweisen, daß in beiden Fällen dasselbe Gen mutiert war. Im Sommer 1939 wurden 19 Kreuzungen zwischen der anthocyanhaltigen alkaloidarmen als Mutter und der anthocyanhaltigen alkaloidhaltigen

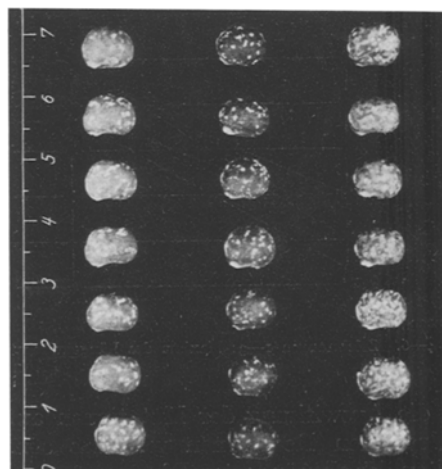


Abb. 3. Körner von *Lup. angustifolius*.
Links von Stamm 411. Mitte von dessen anthocyanhaltiger Mutante.
Rechts von anthocyanhaltiger bitterer Form.

In der Tatsache, daß der Alkaloidgehalt der alkaloidarmen Farbmutter in seinem Bereich

¹ Für die quantitativen Alkaloiduntersuchungen danke ich Herrn Dr. SCHWARZE-Müncheberg.

der hundertstel Prozente im Durchschnitt der Jahre nicht wesentlich von dem der Ausgangsform abweicht und bei den alkaloidhaltigen Formen die Abweichung voneinander auch nur gering ist, liegt ein Hinweis, daß es sich bei der Veränderung des Alkaloid- und des Farbstoffgehaltes um Genmutationen handelt, die voneinander völlig unabhängig sind.

wurde in 10-tägigen Abständen das Höhenwachstum gemessen. Die aus diesen Ergebnissen ermittelten Wachstumskurven¹ zeigen weitgehend für alle vier Typen dieselbe Tendenz. Auch Keimstimmung und Photoperiode wirken sich annähernd gleichsinnig auf die vier Formen aus, wie aus den Zeichnungen 1—3 von den Maxima werten des Längenwachstums der verschiedenen

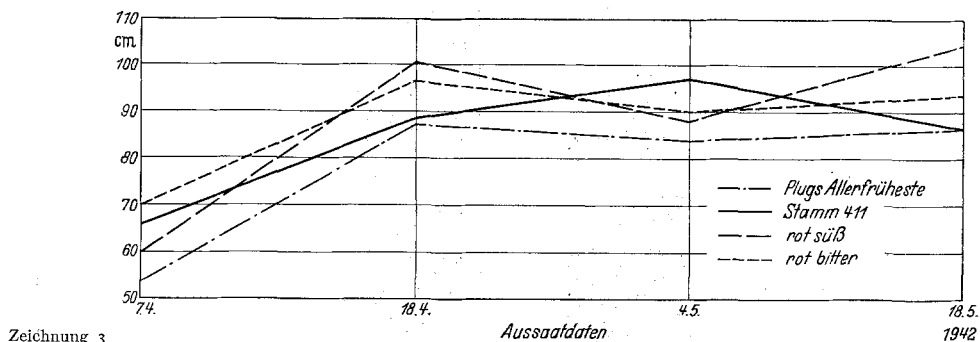
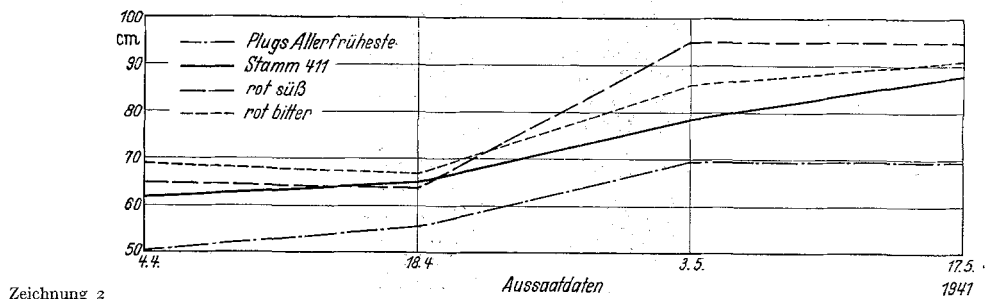
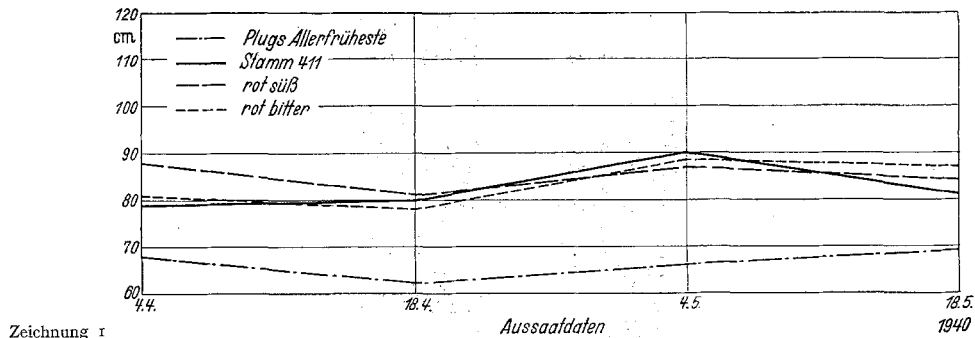


Abb. 4—6. Zeichnungen 1—3: Maxima des Längenwachstums von *Lupinus angustifolius* bei verschiedenen aber alljährlich gleichen Aussaatzeiten 1940—1942.

Um die Auswirkung der Mutationen auf die physiologischen Reaktionen und das sonstige Verhalten der abgeänderten Pflanzen genauer zu ergründen, wurden auch der Wachstumsablauf und die Ertragsverhältnisse der verschiedenen Formen untersucht. Hierzu wurden 1940, 1941 und 1942 an je vier verschiedenen Saatterminen die Mutanten mit den vergleichbaren Formen zusammen unter jeweils gleichen Bedingungen im Freiland ausgesät. An diesen vier Aussaaten

Aussaatzeiten der Jahre 1940—1942 hervorgeht. Sortentypisches Verhalten zeigt die bittere Zuchtsorte „Pflugs Allerfrüheste“, die in allen Jahren und Saatzeiten die kürzeste bleibt. Dies ist jedoch kein Beweis dafür, daß sie die geringsten Grünmassenerträge liefert. Der von der hiesigen Abteilung für Sortenprüfungswesen 1942 durchgeführte Grünmasseleistungsversuch mit

¹ Archiv des Kaiser Wilhelm-Institutes.

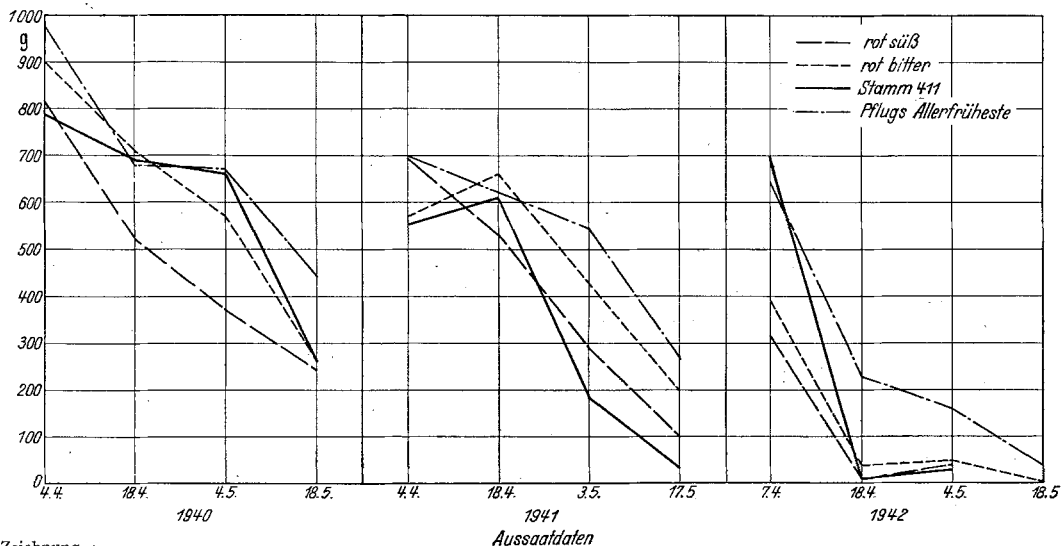
Lup. angustifolius in dreifacher Wiederholung auf 18,5 m² großen Parzellen zeigt in Tab. 2 das Gegenteil.

Tabelle 2. Grünmasseleistungsveruch mit *Lupinus angustifolius* 1942.

Sorte	Grünmasse dz/ha	m %	Rohprotein	
			%	dz/ha
Anthocyanhaltig alkaloidarm	283,8	5,97	18,3	8,20
Anthocyanhaltig alkaloidhaltig	282,4	1,96	17,8	7,79
Stamm 411 alkaloidarm	300,5	2,21	19,3	9,28
Pflugs Allerfrüheste alkaloidhaltig	403,1	1,81	16,2	10,25

bittere Zuchtsorte, also die in beiden Genen nicht mutierte Form, die leistungsfähigste im Durchschnitt der Versuche ist. Im Jahr 1942 wurden die Versuche durch Pilz- und Viruskrankheiten stark beeinträchtigt. Auch hier zeigt sich die nicht mutierte Form am widerstandsfähigsten. Da bei der alkaloidarmen Mutante bekannt ist, daß die Ausgangsform der Stamm 411 ist, kann man hier auch die Tausendkorngewichte vergleichen. Tab. 3 gibt die Werte für die Erträge der ersten Aprilaussaat aus den Jahren 1941 und 1942, die keine gesicherten Unterschiede aufweisen.

Die Beobachtungen über das Verhalten der Formen seien nicht abgeschlossen, ohne auf eine



Zeichnung 4

Abb. 7. Kornerträge verschiedener Saatzeiten 1940—1942 bei *Lupinus angustifolius*.

Die zu den wachstumsphysiologischen Prüfungen benutzten Saatzeitversuche wurden auch zur Feststellung der Kornerträge herangezogen. Die Ergebnisse sind aber trotz der dreifachen Wiederholung der Parzellen nur als Tastversuche zu werten, da die Parzellengröße von 2,5 m² nicht ausreicht, um bei Lupinen umrechnungsfähige sichere Schlüsse auf Felderträge zuzulassen. Die Standweite betrug 10 × 20 cm. Hier sollen die Ergebnisse nur ein Bild davon vermitteln, wie und in welchem Maße die Mutationen der Gene für den Alkaloid- und Farbstoffgehalt die Vitalität beeinflussen. Die Zusammenstellung in Zeichnung 4 zeigt bei den beiden alkaloidarmen Formen ein schnelleres Absinken der Erträge in den späten Saatzeiten als bei den alkaloidhaltigen.

Als auffällige Erscheinung dieser Ertragsvergleiche bleibt ferner die Tatsache, daß die alte

Tabelle 3. Tausendkorngewichte der *Lupinus angustifolius*.

Sorte	1941	1942
	g	g
Anthocyanhaltig alkaloidarm	172,0	174,2
Stamm 411 alkaloidarm	175,7	181,4

Eigenart hinzuweisen. Bei Anzucht in warmen Gewächshäusern verblaßt die Färbung in Kotedonen und Laub bei allen Formen derart, daß eine Unterscheidung zwischen ursprünglich anthocyanhaltigen, normalen und hellgrünlaubigen Typen nicht möglich ist.

IV. Vererbung.

Um der genetischen Nomenklatur zu entsprechen, wird für das mutierte Gen, daß bei *Lup. angustifolius* im Laub und der Samenschale ver-

stärkten Anthocyangehalt auslöst, von nun an die Bezeichnung „purpureus“ (abgekürzt: pur) vorgeschlagen. Der Erbgang dieser Mutation von normalgrünem Laub zu der Rotblättrigkeit wurde in Kreuzungen dieser Formen untereinander untersucht. Der Stamm 411 als homozygot alkaloidarme (jucundus) (2), normallaubige Form wurde sowohl mit alkaloidarmen wie auch mit alkaloidhaltigen anthocyanhaltigen Formen gekreuzt. Die F_1 war normallaubig und hatte normalgefärbte Samenschalen. Bei den reziproken Formen machten die jungen F_1 -Pflanzen zunächst den Eindruck, als ob ein intermediärer Typ entstünde, der aber in die normale Form überging und normalgefärbte Körner brachte. Von 7 Kreuzungen, die im Jahre 1938 durchgeführt wurden, konnten 53 F_1 -Körner erzielt werden. 1939 ergaben diese 34 F_1 -Pflanzen. Die F_2 wies 1940 die in Tab. 4 wiedergegebenen Spaltungsverhältnisse auf.

Tabelle 4.
 F_2 -Spaltung der Kreuzung: Anthozyan-
haltig (pur) \times normalfarbig +.

	+	pur	n	D/m
Gefunden.....	3022	980	4002	0,769
Erwartet.....	3003	1001	—	—

Diese nahezu ideale 3:1-Spaltung ist ein weiterer Beweis für die Mutation eines einzelnen Gens, das mit pleiotroper Wirkung den Anthocyangehalt der Pflanze in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien kontrolliert. Die Zahl der als einfach recessiv erkannten Gene bei *Lup. angustifolius* geht damit nun bereits über 10 hinaus. Die Mutabilität der Art hat sich als groß genug erwiesen, um sie mit Erfolg zu nutzen.

Abschließend sei noch einmal die Feststellung hervorgehoben, daß der Anthocyangehalt und der Alkaloidgehalt bei *Lup. angustifolius* als nicht direkt voneinander abhängig befunden wurden. Dies steht in einem gewissen Gegensatz zu den Ergebnissen russischer Untersuchungen an *Lup. luteus*. SMIRNOWA (8) weist 1939 auf eine von ihr unveröffentlichte Arbeit hin, nach der die Samen von *Lup. luteus*, die nach der Farbe in einzelne Gruppen gegliedert wurden, auch verschiedene Alkaloidmengen enthielten. Die dunkel pigmentierten hatten nach ihren Angaben $1\frac{1}{2}$ - bis 2 mal soviel Alkaloide wie die hellen Körner. Die hiesigen Untersuchungen (Tab. 1) ergaben im Jahr 1942 bei der anthocyanhaltigen alkaloidarmen Form zwar einen höheren Alkaloidgehalt als bei dem normalfarbigen Stamm 411. Das Erntegut des Jahres 1941 lag aber im Alkaloidgehalt bei beiden alkaloidarmen Formen gleich. Wieweit geringe Änderungen im Alkaloidgehalt durch Umwelteinflüsse bedingt sein können, bedarf noch der Klärung.

Literatur.

1. FRUWIRTH, C.: Naturwiss. Z. f. Land- u. Forstw. 4, 50—55 u. 65—83 (1906). — 2. HACKBARTH, J., u. R. v. SENGBUSCH: Züchter 1934, H. 11/12. — 3. HALLQUIST, C.: Hereditas 2, 299 bis 363 (1921). — 4. KAJANUS, B.: Z. Abstammungslehre 7, 235—239 (1912). — 5. ROEMER, TH.: Z. Abstammungslehre 30, 296—299 (1923). — 6. ROEMER, TH.: Z. Pflanzenzüchtg 4, 271—318 (1924). — 7. SENGBUSCH, R. v.: Züchter 1940, H. 1. — 8. SMIRNOWA, M. J.: Dokl. Wses. Akad. S.-Chos. Nauk. 18, 23—27 (1939). — 9. SYPNIEWSKI, J.: Mém. de l'Inst. nat. polon. d'écon. rurale à Pulawy 1925, 220—252. — 10. SYPNIEWSKI, J.: Mém. de l'Inst. nat. polon. de l'écon. rurale à Pulawy 1930, 496—552. — 11. TROLL, H.-J., u. H. SCHANDER: Züchter 1938, 266—271. — 12. VESTERGAARD, H.: Tidsskrift Planteavl 1919, 26.

(Aus der Arbeitsstätte für Züchtungsforschung, Luckenwalde.)

Probleme und Zielsetzung der Gemüse- und Obstzüchtung in Verbindung mit der Konservierung.

Von R. von Sengbusch.

Einleitung.

Es ist in früheren Veröffentlichungen darauf hingewiesen worden, daß das Studium des Anbaues, der Verarbeitung und des Verbrauches die Grundlage für die Aufstellung von Zuchtzielen ist. In der vorliegenden Arbeit wollen wir uns mit den Fragen auseinandersetzen, die durch die Konservierung von Gemüse und Obst in züchterischer Beziehung aufgerollt werden.

Gemüse wird in Deutschland nur in den Sommer- und Herbstmonaten im großen im Freiland erzeugt.

Um den Bedarf an Gemüse und Obst auch im Winter und im Frühjahr zu decken, bestehen verschiedene Möglichkeiten:

1. Anbau von sehr winterhartem Gemüse, wie z. B. Grünkohl.

2. Treiben von im Herbst geerntetem Pflanzmaterial, z. B. Chicorée und Endivien.