

Sengebusch 27
H W 767 Münchenberg
Munich

Sonderdruck aus *Die Naturwissenschaften* 1934. 22. Jahrg., Heft 17/18

(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9)

Printed in Germany

Die Geschichte der „Süßlupinen“.

Von R. v. SENGBUSCH, Münchenberg.

Die deutsche Landwirtschaft erzeugt in großen Mengen *Kohlehydrate*, jedoch nicht genügend *Eiweiß* und *Fett*. Vor dem Kriege wurden große Mengen Eiweiß und Fett eingeführt, so daß während des Krieges Deutschland durch die einseitige Kohlehydraterzeugung der Landwirtschaft an einem Eiweiß- und Fettmangel gelitten hat. Auch nach dem Kriege hatte die deutsche Landwirtschaft sich nicht so weit umgestellt, daß Deutschland auf die Einfuhr von Eiweiß und Fett verzichten konnte. Darum hat man von jeher sein Augenmerk darauf gerichtet, Pflanzen zu finden, die eine volkswirtschaftlich ins Gewicht fallende Eiweiß- und Fetterzeugung im Inland ermöglichen würden. Dabei ist man immer wieder auf die Lupine zurückgekommen. Die beiden Arten, *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* enthalten 30–40% *Rohprotein* und 4–6% *Fett*. Zudem begnügen sich diese Lupinenarten mit leichtesten Böden — reichen diese armen Böden sogar mit Nährstoffen an — und haben eine außerordentlich vielseitige Verwendungsmöglichkeit. Sie sind sowohl als Eiweiß- wie als Fett- und evtl. auch als Faserpflanzen zu nutzen, bieten ferner die Möglichkeit der Gewinnung wertvoller anderer Stoffe wie Lecithin u. a. m.

Zu diesen beiden Lupinenarten wird wahrscheinlich *Lupinus albus* kommen und einen erheb-

lichen Anteil zu der Lösung des Eiweißproblems und eventuell auch des Fettproblems beitragen, da *Lupinus albus* wesentlich höhere Erträge als *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* zu liefern vermag, ebenfalls sehr eiweißreich (etwa 40%) und bedeutend kalkunempfindlicher ist. *Lupinus albus* dürfte daher eine Eiweißpflanze der besseren Böden werden.

Es erhebt sich nun die Frage, wieweit die Lupine in der Lage ist, wesentlich bei der Inlandeiweißversorgung mitzuwirken.

Die Eiweißzufuhr betrug in den letzten Jahren etwa 1 Million t. Es bleibt demgegenüber zu prüfen, wie groß die eigene Eiweißherzeugung durch Lupinen sein könnte. Die Lupinenanbaufläche ist im Laufe der letzten Jahrzehnte stark zurückgegangen, so daß man diese Fläche nicht zum Gradmesser der möglichen Eiweißherzeugung machen kann. Im Jahre 1883 betrug die Lupinenanbaufläche für Körnergewinnung rund 230 000 ha, diejenige für Gründüngung etwa 200 000 ha. Wenn man die Summe dieser beiden Anbauflächen einer Berechnung zugrunde legt, so ergibt sich daraus eine Eiweißherzeugung von rund 250 000 t, das sind etwa 25% der gesamten jährlichen deutschen Eiweißzufuhr. Dies zeigt, daß die Lupine wesentlich dazu beitragen könnte, uns vom ausländischen Eiweiß unabhängig zu machen. Wenn es gelingt,

durch züchterische Beseitigung der nachteiligen Eigenschaften die Lupine zu der deutschen Eiweißpflanze zu machen, dann bedeutet das eine wesentliche Verminderung unseres Importaufwandes für Futtereisweiß.

Die Lupinen sind bei uns ziemlich vernachlässigte Kulturpflanzen. Sie weisen noch eine Reihe von Mängeln auf, die ihren Kulturwert stark beeinträchtigen. Ihr hoher Alkaloidgehalt macht sie giftig und unangenehm im Geschmack. Ferner bewirkt das Platzen der Hülsen, daß die Erträge großen Schwankungen ausgesetzt sind.

Es ergeben sich also eine Reihe züchterischer Aufgaben, die volkswirtschaftlich von großer Bedeutung sind.

Obenan steht hierbei das Problem der Entbitterung. Frühzeitig sind eine Unzahl von Verfahren ausgearbeitet worden, um die giftigen und bitteren Stoffe auf künstlichem Wege zu entfernen; solche Verfahren haben aber erhebliche Nachteile, da mit der Extraktion der Alkaloide große Nährstoffverluste (bis zu 20%) eintreten. Die Frage der Herstellung alkaloidarmer Lupinen auf züchterischem Wege ist aber auch häufig erörtert worden, u. a. von FRUWIRTH¹, ROEMER und WINCKEL².

WINCKEL hält eine Senkung des Alkaloidgehaltes auf 0,03% für notwendig.

Von einigen deutschen Lupinenzüchtern ist praktisch der Versuch gemacht worden, alkaloidarme Lupinen zu erzielen. Es konnten innerhalb ihrer Stämme Unterschiede im Alkaloidgehalt von etwa 20% festgestellt werden.

Der erste Forscher, der den Weg zur Züchtung einer alkaloidarmen Lupine klar erkannte, ist N. S. PRJANISCHNIKOW³ gewesen.

Die Züchtung einer alkaloidarmen Lupine ist nach PRJANISCHNIKOW nur durch Individualauslese innerhalb eines sehr großen Materials möglich, und die Auffindung eines solchen Individuums hängt einzig und allein von der Brauchbarkeit der Alkaloidbestimmungsmethode ab. PRJANISCHNIKOW beschreibt eine Methode der Alkaloiduntersuchung, die mit wenig Samenmaterial, aber noch verhältnismäßig umständlicher Extraktion arbeitet. Statt einer gravimetrischen führt er eine nefelometrische Bestimmungsmethode ein.

Durch diese Arbeit erhielt ich 1925 zum erstenmal Kenntnis von der Bedeutung und der Möglichkeit der Züchtung alkaloidarmer Lupinen.

Im Juni 1927 erschienen zwei Lupinen-Sondernummern der „Illustrierten landwirtschaftlichen Zeitung“. In diesen beiden Nummern behandelten namhafte Landwirtschaftswissenschaftler die Bedeutung der Lupinenzüchtung. Alle mit dem Lu-

pinenbau und der Lupinenzüchtung irgendwie zusammenhängenden Fragen werden eingehend erörtert.

NEUMANN schreibt am Schluß seines Aufsatzes: „Solange es nicht gelingt, durch Züchtung gift- und bitterstofffreier Sorten eine unmittelbar verarbeitungsfähige Frucht zu erzeugen, werden der Lupinenverwertung in Wettbewerb mit edleren Erzeugnissen des Ackerbaues stets große Schwierigkeiten entgegenstehen.“

Im Juli 1927¹ behandelte Prof. BAUR in einer Vorlesung über spezielle Pflanzenzüchtung die Bedeutung der Züchtung alkaloidarmer Lupinen. Er führte etwa folgendes aus:

„Die Lupine ist für die Erzeugung von Eiweiß von besonderer Bedeutung. Ihr Wert ist aber wesentlich durch den hohen Alkaloidgehalt beeinträchtigt. Die Stammpflanzen sehr vieler kultivierter Leguminosen sind alkaloidhaltig. Bei vielen von ihnen ist es in jahrtausendelanger Kultur gelungen, alkaloidfreie Mutanten zu finden. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß man bei Bearbeitung eines genügend großen Materials auch bei den noch alkaloidhaltigen Lupinenarten solche Mutanten finden wird. Voraussetzung dafür ist eine Methode, die es erlaubt, Hunderttausende von Einzelpflanzen auf ihren Alkaloidgehalt hin zu prüfen.“

Auf diese Ausführungen BAURS hin beschloß ich, mich mit diesem Problem zu befassen. Die Auffindung einer alkaloidarmen Lupine hängt, wie schon gesagt, von der Ausarbeitung einer züchterisch brauchbaren Alkaloidbestimmungsmethode ab. Bereits PRJANISCHNIKOW konnte feststellen, daß es in der Literatur keine Anhaltspunkte für eine derartige Methode gibt.

Ich probierte zuerst biologische Methoden aus, die jedoch nicht zum Ziele führten. Im August 1927 stellte sich dann heraus, daß es auf chemischem Wege möglich sein würde, die Alkaloide nachzuweisen².

Prof. BAUR zeigte für meine Arbeiten außerordentlich großes Interesse und veranlaßte, daß auf seinem Gut „Brigittenhof“ etwa 20000 Einzelpflanzen von *Lupinus luteus* geerntet wurden.

An Hand dieses Materials konnte ich die chemische Methode weiter entwickeln. Im Laufe des Winters 1927/28 war die Methode bereits so weit verbessert, daß es mir möglich war, zwischen den einzelnen Pflanzen Unterschiede im Alkaloidgehalt festzustellen. Es gelang die Auffindung von alkaloidarmen Typen, die nur leicht bitter schmeckten^{3,4}.

¹ Es handelt sich um das Jahr 1927 und nicht um das Jahr 1926, wie in meiner Publikation „Bitterstoffarme Lupinen I“ infolge eines Druckfehlers angegeben ist.

² v. SENGBUSCH, „Züchterisch brauchbare Alkaloidbestimmungsmethoden. Die Züchtung der Süßlupine, und des nicotinfreien Tabaks“. Unveröffentlicht. Hinterlegt bei der K. W. G. Berlin.

³ v. SENGBUSCH, „Bitterstoffarme Lupinen I“. Der Züchter II. Heft 1, 1930.

⁴ v. SENGBUSCH, „Bitterstoffarme Lupinen II“. Der Züchter III. Heft 4, 1931.

¹ Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung 3, 142 (1919).

² Die Lupine und ihre Bedeutung für Landwirtschaft und Volksernährung. 1920, S. 36.

³ J. landwirtsch. Wiss. 1, Nr 5 (1924) unter der Überschrift „Methoden der Alkaloid- und Stickstoffbestimmung im Zusammenhang mit der Lupinenselektion“.

Auf Grund dieser Arbeiten wurde ich am 1. April 1928 am Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, das damals im Entstehen begriffen war, angestellt. Vorher hatte ich diese Untersuchungen als Volontär im Institut für Vererbungsforschung der landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin-Dahlem, bearbeitet. In Müncheberg konnte ich nun mein Ziel mit verbesserten Hilfsmitteln noch intensiver verfolgen, da BAUR die Lupinenzüchtung als eine seinem Institut gemäße Aufgabe erkannt hatte, die er mit allen ihm erreichbaren Mitteln förderte.

Auch die Notgemeinschaft zur Förderung der deutschen Wissenschaften stellte mir für meine weiteren Arbeiten namhafte Mittel zur Verfügung.

Im Laufe der Sommer 1928 und 1929 wurden die Versuche wesentlich erweitert. Es glückte die Isolierung von praktisch alkaloidfreien Formen, den Stammpflanzen der neuen Süßlupinensorten: *Lupinus luteus* Stamm 8, 80 und 102; *Lupinus angustifolius* Stamm 411, 415 und 417.

Über die Methode der *Alkaloidbestimmung* soll hier nicht berichtet werden, eine Arbeit hierüber ist bei der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft hinterlegt und muß vorläufig als gegeben den folgenden Ausführungen zugrunde gelegt werden, da die Veröffentlichung meiner Arbeit („Züchterisch brauchbare Alkaloidbestimmungsmethoden; Die Züchtung der Süßlupinen und des nicotinfreien Tabaks“) mit Rücksicht auf die privatwirtschaftliche Organisation der die Lupinen vertreibenden Gesellschaft bis zum Jahre 1940 unterbleiben muß. Neben der rein chemischen Seite der Methode erforderte aber die Züchtung der Süßlupinen eine ganze Reihe von interessanten neuartigen organisatorischen Maßnahmen, über die an dieser Stelle berichtet werden soll.

Nach Angaben in der Literatur gibt es keine spezifischen Alkaloidreagentien. Die meisten reagieren außer mit Alkaloiden auch mit Eiweißstoffen. Da der Alkaloidgehalt der Lupine außerordentlich hoch ist, bedeutete diese Tatsache eine wesentliche Komplikation. Ich suchte daher nach einer Testpflanze, die einen ähnlich hohen Eiweißgehalt, aber keinen Alkaloidgehalt hat, und fand diese Testpflanze in *Soja hispida*. Vergleichende Reaktionsstudien zwischen Soja und Lupinen führten mich auf den richtigen Weg.

Auch wenn man annimmt, daß es ganz alkaloidfreie Lupinen-Mutanten gibt, ist es unzweckmäßig, so zu arbeiten, daß man nur diese Typen finden kann. Ich wählte eine Methode, die zunächst einmal Aufschluß über die Möglichkeit einer Züchtung von alkaloidfreien Lupinen geben sollte.

Die Überlegungen waren folgende: Wenn es alkaloidfreie Mutanten gibt, so gibt es mit größter Wahrscheinlichkeit auch Übergänge, d. h. Mutanten mit mehr oder weniger reduziertem Alkaloidgehalt, und es ist anzunehmen, daß die Typen mit leicht reduziertem Alkaloidgehalt häufiger auftreten als die ganz alkaloidfreien. Nach den ersten nefelometrischen Versuchen zeigte es sich, daß die

Methode als Massen- und Schnellmethode nicht eine quantitative im landläufigen Sinne sein konnte, sondern sie mußte nach Art der qualitativen eine Ja-Nein-Methode sein. Aber auch eine solche Ja-Nein-Methode läßt sich quantitativ ausbauen. Ein jedes Reagens hat eine Empfindlichkeitsgrenze, d. h. bei zu geringer Konzentration des nachzuweisenden Stoffes, tritt keine Reaktion ein. Man kann also durch Veränderung der Konzentration den Reaktionspunkt verschieben. Ich habe nun am Anfang den Reaktionspunkt bei den Einzeluntersuchungen auf den Alkaloidgehalt erst einmal grob eingestellt und nach Typen gesucht, die einen um etwa 50% verminderten Alkaloidgehalt aufwiesen. Nach und nach wurde dann der Reaktionspunkt immer tiefer gesetzt, bis zuletzt nur noch Typen erfaßt wurden, deren Alkaloidgehalt $\frac{1}{100}$ des Normalen beträgt.

Dieses *stufenweise* Vordringen muß die Grundlage solcher züchterischen Arbeiten sein. Auf diese Weise erkennt man ganz klar, bis zu welcher Grenze die Variationsbreite einer bestimmten Eigenschaft reicht. Sie verhindert, daß man durch Überschreiten dieser Grenze wertvolles Zuchtmaterial übersieht.

Die Stufenmethode gibt übrigens so die Möglichkeit, aus sehr vielen rein qualitativen Untersuchungsarten quantitative zu machen.

Zu Beginn betrug die Leistungsfähigkeit der Alkaloidbestimmungsmethode etwa 2–300 Einzelpflanzen pro Tag. Ein Erfolg war jedoch nur zu erwarten, wenn es gelang, die Methode so weit zu vereinfachen, daß man viele Tausend Einzelpflanzen täglich untersuchen konnte. Durch die technische Vereinfachung der Methode gelang es, bei Einzelkornuntersuchung die Leistungsfähigkeit auf 15000 Einzeluntersuchungen je Tag und Arbeitskraft zu steigern. Das dürfte das Maximum dessen sein, was überhaupt jemals von einer chemisch-züchterischen Methode erreicht worden ist.

Es gelang mit Hilfe meiner Methode, die Aufzucht von praktisch alkaloidfreien Typen (Alkaloidgehalt 0,01–0,03%) bei *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*, wobei die alkaloidarmen Zwischenglieder jeweils nach Auffindung eines noch alkaloidärmeren ausgeschaltet wurden.

Insgesamt wurden im Laufe der letzten Jahre einige Millionen Einzelpflanzen von *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus* auf ihren Alkaloidgehalt hin untersucht.

Im Jahre 1928 wurden die alkaloidfreien Stammpflanzen von *Lupinus luteus* 8, 80, 102, im Jahre 1929 die von *Lupinus angustifolius* 411, 415, 417 aufgefunden. Sie wurden 1929 und 1930 im Institut zu Müncheberg vermehrt, wobei es sich herausstellte, daß die Alkaloidfreiheit sich *rein* vererbt und daß keine unerwarteten Rückschläge eintreten. Es wurden die ersten Kreuzungen zwischen den verschiedenen Stämmen durchgeführt, um die Art der Vererbung des Alkaloidgehaltes zu klären. Im Laufe des Jahres 1931 war alles soweit

gediehen, daß Prof. BAUR die Süßlupinen-Neuzüchtungen dem Deutschen Reich zur weiteren Vermehrung und Bearbeitung in Form eines Geschenkes anbot. Auf diese Weise sollte garantiert werden, daß die Lupine dem Bereich wirtschaftlicher Gewinnsucht entzogen und eine bestmögliche und schnelle Vermehrung sichergestellt wird.

Bei der Bedeutung des Eiweißproblems — und in Anbetracht der wichtigen Aufgabe, die der Lupine bei der Lösung dieses Problems zufällt, war das ein durchaus naheliegender und selbstverständlicher Schritt. Die damalige Regierung lehnte die Übernahme der Lupine ab. Daraufhin wurde der Verkauf, den Satzungen des Instituts entsprechend, öffentlich ausgeschrieben und die Lupine 1931 an die Saatgut-Erzeugungs-Gesellschaft verkauft.

Von der Saatgut-Erzeugungs-Gesellschaft sind die Süßlupinen weiter vermehrt worden. Die Gesellschaft übernahm 1931 insgesamt rund 50 kg Süßlupinensaatgut (etwa 49 kg *Lupinus luteus*: Stämme 8, 80, 102, und 1 kg *Lupinus angustifolius*: Stämme 411, 415, 417). Im Jahre 1932 betrug die Gesamternte an Süßlupinen etwa 400 dz; die Ernte 1933 wird auf etwa 4000—5000 dz geschätzt. Das ergibt durchschnittlich eine jährliche Vermehrung im Laufe der ersten 6 Jahre von 1 : 25, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß in den ersten Jahren die Vermehrung wesentlich höher war, während sie bei den Großvermehrungen der letzten Jahre auf etwa 1 : 15 zurückgegangen ist.

Wenn man annimmt, daß in den nächsten Jahren mindestens eine durchschnittliche Vermehrung von 1 : 6 erzielt wird, so würde das bedeuten, daß 1935 30000 dz und 1936 180000 dz als Aussaat zur Verfügung stehen würden. Bei einer normalen Aussaatstärke von 160 kg je Hektar könnten 1936 rund 100000 ha bestellt werden, das wären etwa 60% der ganzen Lupinenanbaufläche. Ab 1937 stände soviel Saatgut von den Neuzüchtungen zur Verfügung, daß nicht nur der Gesamtsaatgutbedarf gedeckt werden kann, sondern auch noch ein Überschuß an Saatgut zur Vergrößerung der Lupinenanbaufläche zur Verfügung stehen würde. Für 1937 würde demnach die Süßlupinenernte etwa 900000 dz betragen. Diese Menge würde ausreichen, um die Lupinenanbaufläche 1937 auf den Stand von 1883 (450000 ha) zu erhöhen. Außerdem würde auch noch ein Teil zur Verfütterung zurückbleiben. Es ist damit zu rechnen, daß dann 1938 die wirtschaftlichen Vorteile des Süßlupinenanbaues zum ersten Male voll in Erscheinung treten werden.

Von der Auffindung des ersten Süßlupinenkornes bis zur volkswirtschaftlichen Auswirkung

dieser Neuzüchtungen werden dann genau 10 Jahre vergangen sein.

Die Auslese einer süßen Lupine bedeutet nun nicht den Abschluß der Lupinenzüchtung. Hat doch die Süßlupine nur die Alkaloidfreiheit vor den normalen Ausgangsformen voraus.

Es gibt bei allen Lupinen noch eine ganze Reihe nachteiliger Eigenschaften, deren Beseitigung nötig und züchterisch möglich ist^{1, 2}.

Hier ist zu nennen das Platzen der reifen Hülsen, das bei dem ungleichen Reifen aller Lupinenarten die großen Schwankungen der Lupinenerträge hervorruft.

Es muß daher eine systematische Auslese auf nichtplatzende Formen³ durchgeführt werden. Ferner müssen die Reifezeit, die Gleichmäßigkeit der Reife, die Frostresistenz, die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, die Hartschaligkeit⁴ und die Ertragshöhe in züchterische Bearbeitung genommen werden. Nach Isolierung von in den oben genannten Eigenschaften befriedigenden Typen kann man dann durch eine planmäßige Kombinationszüchtung die Lupine schaffen, die man als eine ideale *Eiweißkulturpflanze* wird bezeichnen können.

Eine solche Lupine, die sichere und hohe Erträge liefert und einen hohen Eiweißgehalt besitzt, wird Deutschland weitgehend von der Einfuhr von Eiweißfuttermitteln unabhängig machen können.

Die hier in kurzen Zügen geschilderte Arbeit wäre niemals möglich gewesen, wenn nicht Prof. BAUR sie mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln gefördert hätte. Wenn in verhältnismäßig so kurzer Zeit die Schaffung von Süßlupinen bei 3 Arten gelungen ist, so ist dies nicht zum kleinsten Teil dem unerschütterlichen Optimismus BAURS zu verdanken, der sich in der Erkenntnis der Wichtigkeit dieses Problems mit seiner ganzen Persönlichkeit für dessen Lösung einsetzte.

Es ist zu wünschen, daß auch die anderen, hier geschilderten, nicht weniger wichtigen Probleme der Lupinenzüchtung einen ebenso energischen und einsatzbereiten Förderer finden.

¹ v. SENGBUSCH, „Über Lupinenzüchtung im Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg i. d. Mark“. Ztschr. für Züchtung. Bd. XV, Heft 3.

² v. SENGBUSCH, „Die Prüfung des Geschmacks und der Giftigkeit von Lupinen und anderen Leguminosen durch Tierversuche unter besonderer Berücksichtigung der züchterisch brauchbaren Methoden“. Der Züchter. 1934. Heft 3.

³ v. SENGBUSCH, „Die Züchtung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen“. Der Züchter. 6. Jahrg. 1934. Heft 1.

⁴ v. SENGBUSCH, „Die Züchtung ‚weichschaliger‘ Lupinen (*Lupinus luteus*)“. Der Züchter. 4. Jahrg. 1932. Heft 5.