

Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn

Über züchterisch verwendbare strahleninduzierte Mutanten von *Pisum sativum*

Von WERNER GOTTSCHALK

Mit 4 Abbildungen

A. Einleitung

In der Erbsenzüchtung werden seit Jahrzehnten neben der Ertragssteigerung vornehmlich die Frühreife sowie die Erhöhung der Standfestigkeit als sehr wesentliche Zuchtziele genannt (v. TSCHERMAK 1925, HERNFELD 1926, BECKER-DILLINGEN 1929, KAPPERT 1929, HEYN 1943, 1950, GELIN 1956). Nun sind in Verbindung mit ausgedehnten strahlen genetischen Versuchen in den letzten beiden Jahrzehnten bei einer größeren Anzahl von Kulturpflanzen umfangreiche Mutanten-Sortimente entwickelt worden, die bei einer Reihe von Objekten sowohl frühreife als auch standfeste Genotypen enthalten. Derartige Versuche haben immer wieder gezeigt, daß die Erzeugung züchterisch verwendbarer Formen auf diesem Wege durchaus möglich ist, wenn die mutagenen Agentien an einem möglichst umfangreichen Ausgangsmaterial zur Anwendung kommen. Je größer die Anzahl der erzeugten und isolierten Mutations-typen ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß einige für die züchterische Praxis nutzbare Formen dabei entstehen. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß allein das Mutanten-Sortiment der Gerste in Gatersleben mehr als 800 (SCHOLZ 1958 a), in Halle nahezu 700 röntgeninduzierte Mutanten enthält (HOFFMANN 1951), daß vom Flachs bisher 523 (HOFFMANN und ZOSCHKE 1955), von der Sojabohne 427 (ZACHARIAS 1956), von der Tomate 350 (STUBBE 1959) und vom Winterweizen allein in Halle 385 Mutanten erzeugt wurden (HOFFMANN 1951). Es ist in letzter Zeit wiederholt betont worden, daß als Ergebnis strahlen genetischer Versuche nicht sofort Stämme mit verbesserten Eigenschaften zu erwarten sind. Ein wesentliches Ziel derartiger Versuche besteht vielmehr darin, den Genotypen-reichtum einer Art oder eines bestimmten Formenkreises zu erhöhen und damit neues Material für die Kombinationszüchtung zu schaffen (GUSTAFSSON 1942, GUSTAFSSON und TEDIN 1954, BORG, FRÖIER und GUSTAFSSON 1958). Die Mutationszüchtung hat bei Berücksichtigung aller bearbeiteten Kulturpflanzen zwar erst zur Erzeugung von 5 neuen Sorten geführt, die Anzahl der Mutanten mit positiven Eigenschaften liegt jedoch schon weit über 100, und es besteht kein Zweifel, daß ein wesentlicher Teil hiervon nach Abschluß der züchterischen Bearbeitung zu praktisch nutzbaren Formen führen wird.

Die Erbse zählt zwar durch die Analyse einer großen Anzahl spontan aufgetretener Mutanten zu

den genetisch besonders intensiv bearbeiteten Kulturpflanzen, sie wird aber erst seit wenigen Jahren als Objekt strahlen genetischer Arbeitsmethoden verwendet (GELIN 1954, 1955, 1956, GELIN und BLIXT 1956, GELIN, EHRENBERG und BLIXT 1958, LAMPRECHT 1956, 1957 a, b, 1958, BLIXT, EHRENBERG und GELIN 1958, GOTTSCHALK und SCHEIBE 1960). Als strenger Selbstbefruchter ist sie zwar für Mutationsversuche gut geeignet, erfordert aber andererseits wegen des für derartige Versuche großen Standraums und ihrer Bodenansprüche besondere Kulturmaßnahmen, die die Aufzucht einer großen Anzahl von Familien erschweren. Wir sind seit 1954 mit strahlen genetischen Versuchen an *Pisum sativum* beschäftigt und haben bisher etwa 350 verschiedene Mutationstypen erzeugt. Ein großer Teil dieser Mutanten ist ausschließlich für die Bearbeitung theoretischer Fragestellungen auf dem Gebiet der experimentellen Mutationsforschung geeignet, andere Genotypen — etwa die Gruppe der Blütenmutanten — geben gewisse Einblicke in den Ablauf der Differenzierungsvorgänge von Vegetationskegeln und sind damit von allgemeinem botanischen Interesse. Eine sehr kleine Gruppe von Mutanten schließlich enthält gegenüber der Ausgangsform ein positives Selektions-Merkmal, das in Richtung der oben erwähnten Zuchtziele der Erbse liegt. In der vorliegenden Arbeit finden ausschließlich diese wenigen Mutanten Berücksichtigung; es handelt sich hierbei um eine frühblühende und um 2 zwergwüchsige, standfeste Formen.

B. Material und Methode

Für die Bestrahlungsversuche wurden lufttrockene Samen der Hochzuchtsorte „Dippes gelbe Viktoria-Erbse“ mit Röntgendosen von 5000 bis 15000 r bestrahlt. Die Bestrahlungen wurden teils im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen¹, teils im Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn vorgenommen. In beiden Fällen kam die Apparatur MG 150 der Firma Müller/Hamburg zur Verwendung. Die durchschnittliche Dosisausbeute betrug bei 150 kV, 20 mA und einem Fokusabstand von 50 cm etwa 100 r/Min. Die X₁- und X₂-Generationen wurden an Maschendrahtzäunen aufgezogen und auf Mutanten ausgewertet. Die Spaltungsverhältnisse der Mutanten wurden sowohl durch Bastardierung von Ausgangsform × Mutante als auch durch Selbstung heterozygoter X₂-Individuen bearbeitet.

¹ Dem Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen, Herrn Professor Dr. SCHEIBE sowie seinem Assistenten, Herrn Dr. MICKZ, bin ich für die wertvolle Hilfe bei der Bestrahlung des Saatgutes zu großem Dank verpflichtet.

C. Die empirischen Befunde

1. Die frühblühende Mutante Nr. 46/57

Schon KAPPERT (1929) hat darauf hingewiesen, daß eine strenge, in jedem Fall gültige Korrelation zwischen Blühzeit und Samenreife bei der Erbse nicht besteht. Es gibt Sorten bzw. Zuchtstämme, die bei sehr frühen Blühterminen relativ spät abreifen (LAMPRECHT 1947); im allgemeinen ist jedoch das Merkmal „Frühblütigkeit“ mit Frühreife korreliert, und die Auslese auf frühreife Formen wird anhand der Blühtermine vorgenommen (HEYN 1943).

Als Bonitierungsmaß für Blühtermine von Erbsenstämmen bzw. Sorten wird vielfach die „Blühzeit“ bzw. die „flowering time“ verwendet, es wird jedoch unter diesem Begriff nicht immer streng das gleiche verstanden. Im einfachsten Fall werden die Blühtermine angegeben (LAMPRECHT 1947). Einige Autoren verstehen unter der „Blühzeit“ das Intervall zwischen Aussaat und dem Erscheinen der ersten Blüte (WELLENSIEK 1925a, RASMUSSEN 1935), andere Autoren zwischen Aufgang und Öffnen der ersten Blüte (FUCHS 1941, HÄNSEL 1954a). HÄRER (1951) verwendet den Begriff der Blühzeit bei *Arabidopsis* für das Intervall zwischen Keimung und dem makroskopischen Sichtbarwerden der Blütenanlagen. Der Nachteil dieser Bonitierungsverfahren liegt darin, daß die Dauer der vegetativen Phase schon bei Individuen des gleichen Genotypus durch Witterungsschwankungen in aufeinanderfolgenden Jahren erheblich variieren kann. Es ist wohl ein zuverlässiger Vergleich verschiedener Genotypen innerhalb der gleichen Vegetationsperiode möglich, die Werte aufeinanderfolgender Jahre können jedoch großen Schwankungen unterworfen sein. Aus diesem Grunde hat bereits WELLENSIEK (1925b) als Maß für die Dauer der vegetativen Phase die „node number“ eingeführt, d. h. die Nummer desjenigen Nodus, an dem die erste Blüte erscheint. Es ist von vielen Autoren darauf hingewiesen worden, daß dieses Merkmal bei der Erbse mit einer relativ geringen Variationsbreite vererbt wird und als sortentypisch anzusehen ist (DENAÏFFE 1906, TEDIN 1923, TSCHERMAK 1925, WELLENSIEK 1925b, HERNFELD 1926, BECKER-DILLINGEN 1929, FUCHS 1941, HEYN 1943, 1950, FUCHS und MÜHLENDYCK 1951, HAUPT 1952). Wir haben daher für die Auswertung unserer frühblühenden Mutante neben den Blühterminen auch die Anzahl der sterilen Nodi berücksichtigt.

In einer Nachkommenschaft der X₂-Generation der Vegetationsperiode 1957 traten 3 Pflanzen auf, deren untere Blüten bereits zu einem Zeitpunkt voll entfaltet waren, in dem die übrigen Pflanzen der gleichen Familie sowie der gesamte übrige Erbsenbestand noch nicht in die Blühphase eingetreten waren. Die Nachkommen der frühblühenden Pflanzen erwiesen sich hinsichtlich dieses Merkmals als konstant, sind also Mutanten. Im folgenden sollen zunächst die morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Eigenarten dieses Mutationstypus, anschließend seine Ertragsverhältnisse sowie die genetischen Verhältnisse des mutierten Gens behandelt werden.

a) Die Stellung der untersten Blüte

Der frühe Blühbeginn der Mutante gegenüber der Ausgangsform ist nicht auf die Komprimierung der

ontogenetischen Entwicklung oder auf eine rasche Jugendentwicklung, also auf „Frohwüchsigkeit“ zurückzuführen. Durch die Wirkung des mutierten Gens werden vielmehr die Blüten in den Achseln von tiefer inserierten Blättern angelegt, als dies bei der verwendeten Ausgangsform der Fall ist. Die Anzahl der sterilen Nodi, die bei der Erbse allgemein als zuverlässiges Maß für die Dauer der vegetativen Phase angesehen wird, ist also bei der Mutante wesentlich geringer als bei ihrer Ausgangsform. Während die untersten Blüten bei „Dippes gelber Viktoria“ etwa im 10. bis 14. Nodus angelegt werden, sitzen sie bei der Mutante in der Achsel des 4. bis 6. Blattes (die beiden schuppenförmigen Niederblätter von *Pisum sativum* sind hierbei nicht berücksichtigt). Einzelheiten für die Versuchsjahre 1958 und 1959 (die X₃- und X₄-Generation) können der Tab. 1 entnommen werden. Die Tabelle enthält neben den Werten für die Mutante und ihre Ausgangsform noch diejenigen der frühblühenden Sorte „van Waverens kleine Weißenfeslerin“. Als Mittelwert für die Stellung der untersten Hülse wurde für diese Sorte der 5. Nodus errechnet; der Vergleichswert unserer Mutante liegt bei 5,4. Das bedeutet also, daß durch die Mutation eines spezifischen Gens des Genoms der späten „Dippes gelben Viktoria“ der gleiche züchterisch positive Effekt erreicht wurde, der als Endzustand längerer Kombinationsarbeit bei anderen frühblühenden Zuchtsorten realisiert ist. Bei den in Tab. 1 für die Mutante Nr. 46/57 berücksichtigten Blüten handelt es sich um die untersten gut ausgebildeten Blüten, die in der Regel auch zum Hülsenansatz führen. Bei fast allen Pflanzen dieses Genotypus sitzt im nächst niederen Nodus noch eine Blütenknospe, die sich jedoch nicht entfaltet, sondern bald vertrocknet und abfällt.

Die Mutanten traten in den Vegetationsperioden 1958 und 1959 etwa 10 Tage früher in die Blühphase ein als die gleichzeitig ausgelegte Ausgangsform. Sie sind auch im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung der Ausgangsform deutlich voraus und beenden ihre Ontogenese früher (Tab. 2). Im Sommer 1958 konnten sie etwa 14 Tage früher geerntet werden. In der Vegetationsperiode 1959 wirkte sich der frühzeitige Übergang zur reproduktiven Phase im Vergleich zur Ausgangsform nicht so deutlich im Sinne einer Frühreife aus. Infolge des heißen trockenen Wetters wurde der Reifeprozess bei allen im Sortiment vorhandenen Genotypen so stark komprimiert, daß der Standard bereits 4 Tage nach der Mutante geerntet werden konnte. Die Abhängigkeit der Faktoren Blühbeginn und Kornreife von den gegebenen Witterungsverhältnissen soll in den kommenden Jahren für die Ausgangsform und die Mutante vergleichend bearbeitet werden.

Tabelle 1. Übersicht über die Stellung der untersten Hülsen bei der „Dippes gelben Viktoria-Erbse“, der frühblühenden Mutante Nr. 46/57 und „van Waverens kleiner Weißenfeslerin“.

Material	Vegetationsperiode	Nodus mit der untersten Hülse												Anzahl der Pflanzen	Mittelwert	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Dippes gelbe Viktoria	1959	—	—	—	—	—	—	—	—	2	8	64	24	2	100	12,16 ± 0,07
Mutante Nr. 46/57	1958	—	6	79	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	5,09 ± 0,04
	1959	—	8	48	41	3	—	—	—	—	—	—	—	—	100	5,39 ± 0,07
Kl. Weißenfeslerin	1959	4	11	34	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	4,81 ± 0,10

Tabelle 2. Die Blüh- und Reifetermine der Mutante Nr. 46/57 im Vergleich zur Ausgangsform.

	Versuchsjahr	Generation	Mutante 46/47	Ausgangsform	Differenz
Eintritt i. d. Blühperiode	1958	X ₃	2. 6.	12. 6.	10 Tage
	1959	X ₄	27. 5.	6. 6.	10 Tage
Kornreife	1958	X ₃	9. 7.	23. 7.	14 Tage
	1959	X ₄	5. 7.	9. 7.	4 Tage

Die unteren Blüten der Mutante 46/57 zeigen häufig Abnormitäten, die sich jedoch auf den Kelch- und Blütenblatt-Kreis beschränken (Abb. 1). Die Gliederzahl in diesen beiden Kreisen kann etwas erhöht sein, es werden 3 Flügel, gelegentlich auch 2 Fahnen ausgebildet; auch Verwachsungen zwischen den Gliedern der beiden äußeren Kreise sind häufig zu beobachten. Die Geschlechtsorgane waren in allen untersuchten Blüten sowohl in morphologischer als auch in funktioneller Beziehung normal, die Abweichungen in der Blüten-gestaltung haben also keine unmittelbare Fertilitätsminderung zur Folge. Auffallenderweise treten die eben geschilderten Anomalien niemals in späteren Entwicklungsstadien, sondern fast ausschließlich bei den zuerst entfalteten Blüten in Erscheinung. Es besteht kein Zweifel, daß die Tendenz zur Ausprägung geringfügiger Blütenanomalien zu Beginn der Blühperiode genetisch fixiert und damit neben dem vorverlegten Blühtermin als Charakteristikum der Mutante anzusehen ist. Die Abweichungen sind jedoch im einzelnen genetisch nicht festgelegt, zeigen vielmehr eine große Variationsbreite. So kann von den beiden Blüten der untersten Infloreszenz die eine völlig normal, die andere abweichend gestaltet sein. An stark besonnten Standorten treten die Anomalien besonders häufig in Erscheinung, während sie an schattigen Standorten selten auftreten oder ganz fehlen.

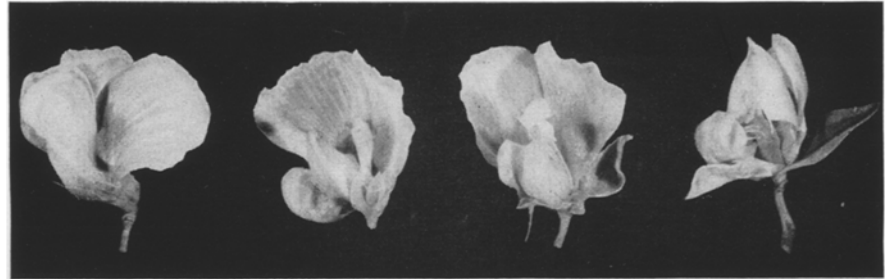


Abb. 1. Blüte der Ausgangsform (links) sowie 3 Blüten der frühblühenden Mutante Nr. 46/57 mit Anomalien in den äußeren beiden Kreisen.

b) Fertilitätsverhältnisse und Ertrag der Mutante

In der X₃-Generation 1958 standen nur 3 homozygote Familien der Mutante für eine provisorische Ertragsbestimmung zur Verfügung. Die Mutanten

wurden im Interesse einer größeren Kornproduktion für spätere Leistungsprüfungen an Maschendrahtzäunen aufgezogen und waren der Ausgangsform in allen für den unmittelbaren Ertrag wichtigen Eigenschaften unterlegen. Dies gilt sowohl für die durchschnittliche Hülsen- und Kornzahl je Pflanze als auch für die Kornzahl je Hülse. Schon hinsichtlich der Anzahl der Samenanlagen je Fruchtknoten ließ sich eine geringe Differenz zwischen den beiden Genotypen ermitteln. Während die Werte bei der „Dippes gelben Viktoria“ zwischen 6 und 8 variierten ($M = 7,1 \pm 0,06$), lagen sie bei der Mutante zwischen 5 und 8; der Mittelwert betrug hier $6,4 \pm 0,07$. Am

Drahtzaun entwickelten sich im Sommer 1958 bei der nichtmutierten Vergleichsform 52,1% der vorhandenen Samenanlagen zu normal ausgebildeten Samen, bei der Mutante waren es 46,9%. Als Mittelwert für die Kornzahl je Hülse wurden $3,7 \pm 0,06$ beider Ausgangsform und $3,0 \pm 0,05$ bei der Mutante errechnet. Einzelheiten können den graphischen Darstellungen der Abb. 2 entnommen werden.

In der Vegetationsperiode 1959 stand von der X₄-Generation der Mutantegenügend Saatgut für eine Leistungs-

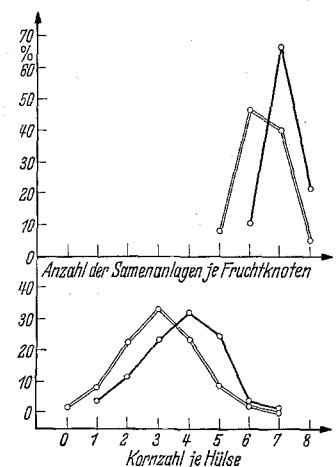


Abb. 2. Vergleich der Anzahl der Samenanlagen je Fruchtknoten und der Kornzahl je Hülse bei der Ausgangsform (ausgezogene Linien) und der Mutante Nr. 46/57 (umrandete Linien). Den beiden Kurven für die Anzahl der Samenanlagen liegen je 100 Fruchtknoten, den Kurven für die Kornzahl je 500 Hülsen zugrunde (Vegetationsperiode 1958, Drahtzaun).

Tabelle 3. Übersicht über die Fertilitäts- und Ertragsverhältnisse von Ausgangsform und Mutante Nr. 46/57 (Leistungsprüfung Sommer 1959; Kleinparzellen).

Genotypus	Wiederholung	Kornzahl je Hülse								Gesamt-Hülsenzahl	Gesamt-Kornzahl	Mittelwerte			Gesamtzahl der Pflanzen
		0	1	2	3	4	5	6	7			Hülsenzahl je Pflanze	Kornzahl je Hülse	Kornzahl je Pflanze	
Ausgangsform	1	5	43	125	167	120	60	13	3	536	1673	2,98	3,12	9,29	180
	2	7	50	123	170	163	40	10	2	565	1732	2,88	3,07	8,66	200
	1+2	12	93	248	337	283	100	23	5	1101	3405	2,90	3,09	8,96	380
	%	1,1	8,4	22,5	30,6	25,7	9,1	2,1	0,5	100,0					
Mutante 46/57	1	19	149	333	222	60	14	—	—	797	1791	4,07	2,25	9,14	196
	2	13	103	247	210	75	21	2	—	671	1644	3,88	2,45	9,50	173
	1+2	32	252	580	432	135	35	2	—	1468	3435	3,98	2,34	9,31	369
	%	2,2	17,2	39,5	29,4	9,2	2,4	0,1	—	100,0					

prüfung geringeren Umfangs zur Verfügung. Hierzu wurden Mutante und Ausgangsform in 3 Wiederholungen in Form von Kleinparzellen angebaut (Reihenabstände 15 cm, Abstände in der Reihe 5 cm). Eine Parzelle erlitt so starke Ausfälle durch Vogelfraß, daß sie für die Auswertung unberücksichtigt bleiben muß. Für einen ersten orientierenden Leistungsvergleich der beiden Genotypen bei normalem, feldmäßigem Anbau stehen somit vorerst 2 Wiederholungen mit insgesamt 380 Individuen der Ausgangsform und 369 Individuen der Mutante zur Verfügung.

Die Ertragseigenschaften der 4 Parzellen sind in Tab. 3 zusammengestellt. Zunächst ergibt sich hinsichtlich der Kornzahl je Hülse wie im Vorjahr eine deutliche Unterlegenheit der Mutante gegenüber der Ausgangsform. Der *t*-Test für den Vergleich der beiden Genotypen erbrachte einen *t*-Wert von 16,8525, die Differenz zwischen beiden Genotypen ist mit $P < 0,001$ signifikant. Auffallenderweise brachte die Mutante im äußerst trockenen, heißen Sommer 1959 im Mittel jedoch mehr Hülsen zur Ausbildung als der Standard. Die beiden Mittelwerte liegen bei 3,98 für die Mutante und 2,90 für die Ausgangsform. Nach Anwendung der Varianzanalyse ergibt sich für den Vergleich von Mutante und Ausgangsform ein *F*-Wert von 94,965. Dieser Wert ist signifikant an der Grenze 5% (nahe 1%). Als Folge des erhöhten Hülsenbesatzes lag der durchschnittliche Korn-ertrag je Pflanze bei der Mutante in der Größenordnung der Vergleichsform (Mittelwerte: 9,31 bei der Mutante und 8,96 beim Standard). Wenn wir die Einzelparzellen miteinander vergleichen, so ergibt sich hinsichtlich der eben genannten Leistungseigenschaften sowohl bei der Mutante als auch bei der Ausgangsform jeweils eine weitgehende Übereinstimmung der beiden Wiederholungen, so daß die statistisch gesicherten Gesetzmäßigkeiten trotz der geringen Anzahl der Wiederholungen deutlich zutage treten.

Der Vergleich der beiden Genotypen zeigt also, daß hinsichtlich des Merkmals „Kornzahl je Hülse“ eine deutliche Überlegenheit der Ausgangsform, hinsichtlich der Eigenschaft „Hülsenzahl je Pflanze“ eine deutliche Überlegenheit der Mutante realisiert war. Die Ergebnisse unserer ersten orientierenden Leistungsprüfung lassen sich folglich dahingehend zusammenfassen, daß die Mutante bei etwa gleichen Ertragsverhältnissen durch ihren um 10 Tage früheren Blühbeginn und die ebenfalls vorverlegte Kornreife der Ausgangsform deutlich überlegen war.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die im Sommer 1959 im Vergleich zum Standard ermittelten guten Ertragsverhältnisse der Mutante nicht mit den an einem wesentlich geringeren Pflanzenmaterial erhaltenen Befunden der Vegetationsperiode 1958 übereinstimmen. Es wäre durchaus denkbar, daß die Ergebnisse der Leistungsprüfung 1959 nicht verallgemeinert werden können, sondern daß sie von den extrem trockenen Witterungsverhältnissen des Sommers 1959 beeinflusst wurden. In experimentellen Mutationsversuchen an anderen Kulturpflanzen ist für einige unter Normalbedingungen schwach leistungsfähige Mutanten eine Leistungssteigerung nachgewiesen worden, wenn sie unter veränderten Kulturbedingungen zum Anbau kamen (DOWN und ANDERSEN 1956). Die von GUSTAFSSON (1954) beschriebene „late tall“

Mutante der Gerste zeigt ihre Überlegenheit gegenüber der Ausgangsform nur in trockenen Jahren, ist also möglicherweise ein Analogon zu unserer frühblühenden Mutante. Es ist durchaus möglich, daß „Dippes gelbe Viktoria“ unter normalen Witterungsverhältnissen unserer Mutante Nr. 46/57 im Ertrag überlegen ist, daß aber die Leistungsfähigkeit der Mutante unter relativ extremen Witterungsbedingungen weniger absinkt als die der Ausgangsform und daß daraus eine etwa übereinstimmende Leistungsfähigkeit der beiden Genotypen resultiert. Ihre weitere Bearbeitung wird zeigen, ob diese Folgerungen berechtigt sind. Selbst wenn die Mutante in normalen Jahren in ihren Ertragseigenschaften etwas unter der Ausgangsform liegt, bleibt sie wegen ihrer Frühreife züchterisch von Interesse. Es ist im übrigen bei Erbsen eine bekannte Erfahrungstatsache, daß in der Regel sehr frühe Sorten bzw. Zuchtstämme infolge ihrer verkürzten Ontogenese im Ertrag nicht an die spätreifenden Sorten heranreichen.

c) Die genetischen Verhältnisse der Mutante

Die Spaltungsverhältnisse aus der Kreuzung Ausgangsform \times Mutante sind aus Tab. 4 ersichtlich. Die Homogenitätsprüfung für das Gesamtmaterial ergab Homogenität mit $P = 0,2-0,1$. Die gefundenen Spaltungszahlen (168 normal:60 mutiert) wei-

Tabelle 4. Die Spaltungsverhältnisse der Mutante Nr. 46/57 in der F_2 -Generation nach Kreuzung von Ausgangsform \times Mutante.

	normal	mutiert	Gesamtzahl	χ^2	P	prozentualer Anteil der Mutanten	Anzahl der Nachkommen-schaften
gefundene Werte	168	60	228	0,21	0,5-0,7	26,3%	4
Erwartungswerte für 3:1	171	57	228				

chen nur geringfügig von den Erwartungswerten für eine 3:1-Spaltung ab; die Mutante unterscheidet sich somit in einem einzigen rezessiven Gen von ihrer Ausgangsform. Es liegen keine Anzeichen dafür vor, daß die beiden abweichenden Merkmale der Mutante — die Verkürzung der vegetativen Phase sowie das Auftreten bestimmter Blütenanomalien — von 2 verschiedenen Genen vererbt werden, es handelt sich offenbar um eine pleiotrope Wirkung des gleichen mutierten Gens.

2. Standfeste Mutanten mit gestauchten Internodien

Im Rahmen 5jähriger strahlengenetischer Versuche bei *Pisum* spalteten in unserem Material etwa 350 verschiedene Mutationstypen heraus, von denen sich 28 durch den Besitz deutlich verkürzter Internodien auszeichnen. Für den feldmäßigen Anbau der Erbse ist eine erhöhte Standfestigkeit ein sehr wesentliches Zuchtziel. Mit der Abnahme der Internodienlänge ist — unter der Voraussetzung, daß das mutierte Gen die Vitalität der Mutante nicht beeinträchtigt — häufig eine Erhöhung der Standfestigkeit verbunden. Der größte Teil der eben erwähnten 28 Mutationstypen ist für die züchterische Praxis ohne Interesse, weil die in der Regel pleiotrop wirkenden mutierten Gene neben der Verkürzung der Internodien eine extreme Herabsetzung der Fertilität oder eine völlige Sterilität zur Folge haben. Bei anderen Mutanten ist die Assimilationsleistung wegen der Ausbildung anomal kleiner Fiedern gegenüber der Ausgangsform herabgesetzt. Wieder andere Mutanten schließlich zeigen bei guter Vitalität eine so

extreme Verkürzung ihrer Internodien, daß sie trotz ihrer Standfestigkeit für züchterische Belange unbrauchbar sind, weil die Kornausfälle bei diesen sehr niederwüchsigen Pflanzen durch die Bodenfeuchtigkeit zu hoch sind. Unser Mutanten-Sortiment enthält jedoch 2 Genotypen, von denen zumindest einer wegen seines durchaus befriedigenden Ertrags für eine praktische Nutzung geeignet zu sein scheint (Mutante Nr. 66/58). Die zweite Mutante (Nr. 56/57) weist zwar als positives Merkmal ebenfalls eine erhöhte Standfestigkeit auf, liegt jedoch im Ertrag recht niedrig. Da sie reich blüht und keine meiotischen Störungen zeigt, dürfte sie für Bastardierungszwecke geeignet sein; ihr positives Merkmal könnte möglicherweise in einem anderen genetischen Milieu mit besseren Ertrags Eigenschaften kombiniert werden. Im folgenden sollen die morphologischen und ertragsmäßigen Eigenschaften dieser beiden Mutanten besprochen und mit denen der Ausgangsform verglichen werden.

a) Die Mutante Nr. 66/58

Die Mutante Nr. 66 spaltete 1958 nach Bestrahlung ruhender Samen mit 11000 r in der X_2 -Generation heraus. In der $X_3/1959$ standen insgesamt 59 am Drahtzaun aufgezogene Pflanzen für eine orientierende Ertragsprüfung zur Verfügung. Die Mutanten lagen im Sommer 1959 im Ertrag nur wenig unter der Ausgangsform. Für die beiden Genotypen ergaben sich die in Tab. 5 zusammengestellten Mittel-

Tabelle 5. Übersicht über die vorläufigen Ertragsverhältnisse der Ausgangsform sowie der Mutanten Nr. 56/57 und 66/58 (Vegetationsperiode 1959; Anzucht am Drahtzaun).

Ertragseigenschaft (Mittelwerte)	Ausgangsform	Mutante 56/57	Mutante 66/58
Kornzahl je Hülse	$3,10 \pm 0,06$	$2,41 \pm 0,08$	$2,86 \pm 0,09$
Hülsenanzahl je Pflanze	$4,08 \pm 0,58$	$3,23 \pm 0,22$	$3,98 \pm 0,24$
Kornzahl je Pflanze	$12,65 \pm 2,23$	$7,78 \pm 0,52$	$11,39 \pm 0,88$
Anzahl der ausgewerteten Pflanzen	120	40	59

werte. Auf eine statistische Auswertung des Materials soll wegen der geringen Individuenzahlen vorerst verzichtet werden, sie wird nach Leistungsprüfungen im Zusammenhang mit der Bearbeitung anderer Positiv-Mutanten unseres Materials vorgenommen werden.

Während die „Dippes gelbe Viktoria-Erbse“ bei Anzucht am Drahtzaun im sehr trockenen Sommer 1959 Höhen von 55 bis 75 cm erreichte, lagen die Vergleichswerte der Mutante Nr. 66/58 bei 25 bis 36 cm.¹ Sie ist nach der Einteilung von KAPPERT (1919) der Gruppe der Zwerge, nach der Einteilung von LEHMANN (1954) sowie von KAMPE, BASSE, GLASCHKE und SCHREIBER (1955) der Gruppe der niedrigen Erbsen zuzuordnen. Wie bereits KAPPERT (1919) betonte, sind für den Vergleich hoch- und niedrigwüchsiger Erbsensorten die Internodienlängen

¹ Die für die Ausgangsform angegebenen Längenwerte liegen wegen der extrem trockenen Witterung des Sommers 1959 unter den Durchschnittswerten normaler Jahre. Das gilt auch für die Internodienlängen. Da es in der vorliegenden Arbeit auf die Differenz der beiden Genotypen ankommt, können die Werte für den Vergleich der beiden Formen trotzdem verwendet werden.

einer Pflanze besser geeignet als Angaben über Internodienzahl und Gesamtlänge. Da in unserem Versuchsmaterial einige zwergwüchsige Mutanten herausspalteten, die hinsichtlich ihrer Internodienzahlen signifikante Differenzen aufweisen (s. u.), soll dieses Merkmal zur Charakterisierung der Mutanten mit herangezogen werden. Die Zahl der Internodien je Pflanze variierte bei der Ausgangsform zwischen

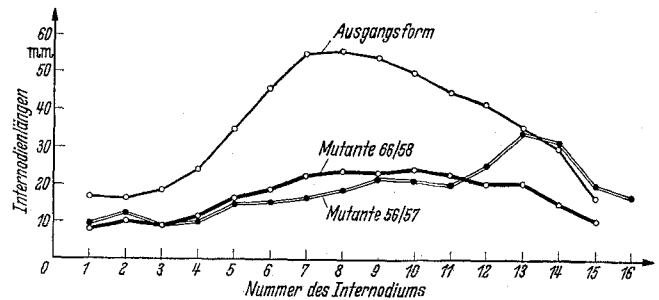


Abb. 3. Vergleich der Internodienlängen von Ausgangsform sowie den zwergwüchsigen Mutanten Nr. 56/57 und 66/58.

11 und 20, als Mittelwert ergab sich $15,44 \pm 0,17$. Die Vergleichswerte der Mutante liegen bei 11—19 und einem Mittel von $15,35 \pm 0,74$. Die beiden Genotypen stimmen also hinsichtlich des Merkmals „Internodienzahl je Pflanze“ überein; das mutierte Gen wirkt sich ausschließlich auf die Internodienlängen aus.

Die Auswertung der Internodienlängen stößt insofern auf gewisse Schwierigkeiten, als Pflanzen des gleichen Genotypus mit stark unterschiedlichen Internodienzahlen schlecht miteinander vergleichbar sind. Für einen Vergleich der beiden Genotypen sollen daher nur diejenigen Pflanzen verwendet werden, deren Internodienzahl in der Größenordnung des errechneten Mittelwerts liegt, also Individuen mit 14 bis 16 Stengelgliedern. Der Umfang des statistisch verwertbaren Materials wird dadurch zwar erheblich herabgesetzt, die charakteristischen Unterschiede der beiden Genotypen lassen sich auf diese Weise aber besser erfassen.

In Abb. 3 sind die Internodienlängen der Ausgangsform sowie der Mutanten Nr. 66/58 und 56/57 miteinander verglichen. Auf der Ordinate sind die Internodienlängen in mm, auf der Abszisse die Nummern der Internodien in der Reihenfolge ihrer Entstehung während der Ontogenese aufgetragen. Jeder Koordinationspunkt stellt den Mittelwert aus jeweils 10 Einzelmessungen dar. Für jede Kurve wurden 10 Pflanzen mit einer Gesamtzahl von jeweils 15 Stengelgliedern ausgewertet. Der Verlauf der oberen Kurve bringt zunächst den typischen Stengelbau einer „normalen“ Erbsenform zum Ausdruck: zu Beginn der Ontogenese werden kurze, später kontinuierlich längere Internodien gebildet, während in der 2. Hälfte der Entwicklung die Länge der Stengelglieder kontinuierlich wieder abnimmt. Das Maximum liegt bei der Ausgangsform im Bereich des 7.—9. Internodiums. Die Stengelglieder der Ausgangsform erreichten im Sommer 1959 an 2 verschiedenen Standorten maximale Durchschnittslängen von 55 bzw. 66 mm, wobei eine relativ beträchtliche Größenzunahme der Internodien bis zum

Scheitelpunkt der Kurve erfolgt. Bei der Mutante Nr. 66 hingegen steigt die Kurve zunächst ebenfalls bis zum 7. Internodium kontinuierlich an, bleibt dann aber mit nur geringfügigen Schwankungen bis etwa zum 13. Internodium auf gleicher Höhe und sinkt erst am Ende wieder ab. Die Mutante ist also durch einen sehr flachen Kurvenverlauf gekennzeichnet, ihre längsten Internodien erreichten nur mittlere Längen von 24 bzw. 30 mm.

Wie beträchtlich die Anzahl der Internodien bei verschiedenen zwergwüchsigen Mutanten der gleichen

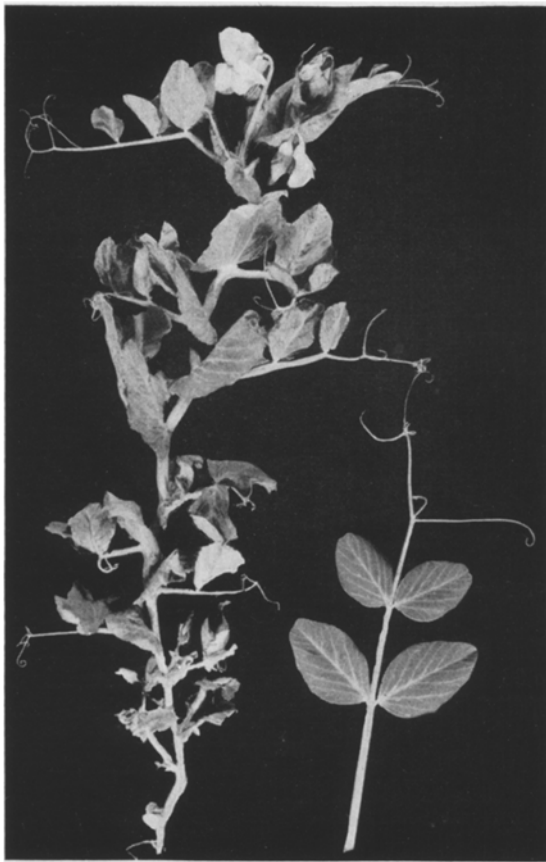


Abb. 4. Die Mutante Nr. 56/57 im Blühstadium, rechts unten ein Blatt der Ausgangsform.

Ausgangsform variieren kann, mag folgendes Beispiel aus unserem Mutantensortiment zeigen: Die Mutanten Nr. 353/55 und 141/58 liegen mit ihren Mittelwerten von $11,00 \pm 0,37$ und $7,92 \pm 0,50$ erheblich unter den Vergleichswerten der Ausgangsform ($M = 15,44 \pm 0,17$) und den mit ihr übereinstimmenden zwergwüchsigen Mutanten Nr. 66/58, 56/57 und 1106/56. Für die Mutante Nr. 180/58 hingegen wurde ein Mittel von $23,13 \pm 0,90$ Internodien je Pflanze errechnet. Die eben erwähnten Mutanten sind wegen ihrer Sterilität bzw. ihrer stark herabgesetzten Fertilität für züchterische Belange ungeeignet.

In der F_2 -Generation aus der Kreuzung Normalform \times Mutante 66/58 bzw. in der X_3 -Generation nach Selbstung heterozygoter X_2 -Pflanzen ergab sich eine Spaltung von 237 normal:90 mutiert (=27,5% Mutanten, Tab. 6). Die gefundenen Werte liegen im Bereich der Erwartungswerte für einen monogenen Erbgang, die Mu-

Tabelle 6. Die Spaltungsverhältnisse der Mutante Nr. 66/58 in der F_2 -Generation nach der Kreuzung Ausgangsform \times Mutante.

	normal	mutiert	Gesamtzahl	χ^2	P	prozentualer Anteil der Mutanten	Anzahl der Nachkommen-schaften
gefundene Werte	237	90	327	1,11	0,2—0,3	27,5%	10
Erw.-Werte für 3:1	245,25	81,75	327			25,0%	—

tante Nr. 66/58 weicht also in einem rezessiven Gen von ihrer Ausgangsform ab.

b) Die Mutante Nr. 56/57

In der X_2 -Generation der Vegetationsperiode 1957 spaltete nach Bestrahlung ruhender Samen mit 11000 r eine zwergförmige Mutante heraus, die wohl ebenfalls gestauchte Internodien besitzt, die sich jedoch von der eben besprochenen Mutante Nr. 66/58 in charakteristischer Weise unterscheidet (Abb. 4). Hinsichtlich der Internodienzahl stimmt sie sowohl mit der Ausgangsform als auch mit der Mutante Nr. 66 überein (Variationsbreite für Mutante Nr. 56/57: 12—20 Stengelglieder; $M = 15,63 \pm 0,26$), die 3 Genotypen können daher in ihrem Stengelbau gut miteinander verglichen werden (Abb. 3). Die für die Internodienlängen gültige Kurve der Mutante Nr. 56 ist aus den Mittelwerten von 15 Pflanzen mit je 16 Internodien konstruiert worden. Die Internodienlänge nimmt bis zum 9. Stengelglied zunächst kontinuierlich zu, wobei die Werte anfänglich den Vergleichswerten der Mutante Nr. 66 entsprechen, später etwas darunter liegen. Vom 9.—11. Internodium verläuft die Kurve waagrecht, steigt dann aber steil an und erreicht ihren Scheitelpunkt erst im 13. Stengelglied. Die Kurve der Mutante Nr. 56 zeigt also einen ganz anderen Charakter als die Kurven von Ausgangsform und Mutante 66: sie stimmt im Verlauf der ersten zwei Drittel der Ontogenese mit der Kurve der Mutante 66, im letzten Drittel mit der Kurve der Ausgangsform überein. Das besondere Charakteristikum der Mutante 56 besteht darin, daß die längsten Internodien erst in sehr späten Stadien der Ontogenese zur Ausbildung gelangen. Das mutierte Gen beeinflusst also neben der Internodienlänge noch den Wachstumsrhythmus der Stengelglieder im Verlauf der ontogenetischen Entwicklung.

Im Ertrag liegt die Mutante erheblich unter den anderen beiden Genotypen (Tab. 5). Leider waren die Ausfälle durch Vogelfraß im Sommer 1959 so hoch, daß nur 40 Pflanzen unter Vegetationsbedingungen aufwuchsen, die mit den Verhältnissen der anderen beiden Genotypen vergleichbar sind. Die Mutante lag jedoch auch in den Vorjahren im

Tabelle 7. Die Spaltungsverhältnisse der zwergwüchsigen Mutante Nr. 56/57.

	normal	mutiert	Gesamtzahl	χ^2	P	prozentualer Anteil der Mutante	Anzahl der F_2 -Familien
gefundene Werte	549	159	708	2,44	0,1—0,2	22,5%	20
Erw.-Werte für 3:1	531	177	708			25,0%	—

Ertrag erheblich unter den Vergleichswerten der Ausgangsform. Sie ist daher für eine unmittelbare Verwendung in der Praxis ungeeignet; es wäre jedoch denkbar, daß Stämme, in die das mutierte Gen eingekreuzt wird, bessere Ertragsleistungen aufweisen. Die Spaltungsverhältnisse der Mutante sind aus Tab. 7 ersichtlich. Nach Berücksichtigung von insgesamt 20 F_2 -Familien ergab sich eine Gesamtsplattung von 549 normalwüchsig:159 zwergwüchsig. Das Material erwies sich mit $P = 0,2-0,1$ als homogen. Auch bei dieser Mutante liegen die Spaltungszahlen im Bereich der Erwartungswerte für eine 3:1-Splattung, ihre Unterschiede gegenüber der Ausgangsform beruhen folglich auf der Wirkung eines mutierten rezessiven Gens.

Im Rahmen unserer strahlengenetischen Versuche sind außer den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Mutanten noch andere Formen mit positiven Eigenschaften aufgetreten, die jedoch erst am Anfang der Bearbeitung stehen. Es handelt sich um Formen mit einer erhöhten Anzahl von Samenanlagen je Fruchtknoten, als deren Folge die Kornzahl je Hülse ansteigen kann, ferner um Formen mit höheren durchschnittlichen Hülsen- und Kornzahlen je Pflanze sowie mit erhöhtem Tausendkorngewicht. In späteren Untersuchungen wird zu zeigen sein, ob diese von der Ausgangsform abweichenden Merkmale konstant weitergegeben werden und damit für züchterische Zwecke nutzbar gemacht werden können.

D. Diskussion der Ergebnisse

Die Mutationszüchtung hat vornehmlich im letzten Jahrzehnt durch die Schaffung einiger neuer Zuchtsorten sowie einer großen Anzahl von Mutanten mit positiven Eigenschaften ihre Berechtigung als selbständige Disziplin der modernen Pflanzenzüchtung erbracht. Eine Fülle von Publikationen über dieses Teilgebiet der Pflanzenzüchtung beweist, daß eine Entwicklung, die STUBBE bereits in den Jahren 1929, 1934, 1937, 1942, ferner KUCKUCK (1934), SCHICK (1934) und KNAPP (1941) gefordert haben, im Verlauf einer relativ kurzen Zeitspanne zu Erfolgen geführt hat. Heute wird die Methode der experimentellen Erzeugung von Mutanten bei nahezu allen intensiver bearbeiteten Kulturpflanzen zur Anwendung gebracht.

Es würde zu weit führen, im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf Einzelheiten an anderen Objekten einzugehen, es seien jedoch einige summarische Angaben über die Erfolge dieser Methode gemacht. Positiv-Mutanten nach Röntgenbestrahlung sind in größerer Zahl vornehmlich bei der Gerste aufgetreten (PISMENKO 1937, GUSTAFSSON 1941 a, b, 1942, 1947, 1954, FREISLEBEN und LEIN 1942, 1944, THUNAEUS 1946, STUBBE und BANDLOW 1946/47, BANDLOW 1951, HOFFMANN 1951, v. WETTSTEIN 1952, ÅKERBERG 1954, FRÖIER 1954, SHEBESKI und LAWRENCE 1954, NYBOM 1954, HÄNSEL und ZAKOVSKY 1956a, b, SCHOLZ 1957, BORG, FRÖIER und GUSTAFSSON 1958, GUSTAFSSON und v. WETTSTEIN 1958, NOVER und BANDLOW 1958, SCHOLZ 1958 a, b, SCHOLZ und LEHMANN 1958, BORG 1959). Für Weizen und Hafer liegen entsprechende Ergebnisse vor durch die Arbeiten von GUSTAFSSON und McKEY (1948), OLTSMANN (1951), McKEY (1954 a, b), FREY (1955), FREY und BROWNING (1955), KONZAK (1956), KONZAK, BORLANG, ACOSTA und GIBLER (1956), MYERS, AUSEMUS, KOO und HSU (1956). Bei der Lupine führten Mutationsversuche von TEDIN und HAGBERG (1952), KRESS (1953), TEDIN (1954), HACKBARTH (1955), KRESS und ZACHOW (1956), bei der Bohne Versuche von GENTER und BROWN (1941) zu ersten Erfolgen. Für die Sojabohne sind die Arbeiten von ANDERSSON (1944), HUMPHREY (1954) und ZACHARIAS (1956), für den Rotklee diejenigen von SCHEIBE und BRUNS (1953) BRUNS (1954), SCHEIBE und BRUNS-NEITZERT (1956) zu nennen. MICKÉ (1958) erzielte beim Steinklee, GREGORY (1955, 1956) bei

der Erdnuß, DOWN und ANDERSEN (1956) bei der Buschbohne Positiv-Mutanten. Ein von DOWN und ANDERSEN geschaffener Stamm ist marktfertig. Entsprechende Ergebnisse wurden von GUSTAFSSON und TEDIN (1954) beim Raps, von ANDERSSON und OLSSON (1954) beim Weißen Senf und von LEVAN (1944), GRANHALL (1946), HOFFMANN und ZOSCHKE (1955) beim Flachs erzielt. Es sei schließlich noch erwähnt, daß auch bei Tomaten (MERTENS und BURDICK 1957, STUBBE 1959 a, b), beim Tabak (TOLLENAAR 1938), bei Futtergräsern (JULÉN 1954, 1958, HERTZSCH 1957) sowie bei verschiedenen Obstarten (BISHOP 1954, GRANHALL 1954, BAUER 1957, GRÖBER 1959) Positiv-Mutanten erhalten wurden. Zusammenfassende und prinzipielle Darstellungen finden sich bei GUSTAFSSON (1942, 1947), GUSTAFSSON und TEDIN (1954), McKEY (1954a), v. WETTSTEIN, GUSTAFSSON und EHRENBERG (1957), GUSTAFSSON und v. WETTSTEIN (1958) und SMITH (1958). In jüngster Zeit wurden bei Kulturpflanzen auch mit Hilfe anderer mutagener Agenzien Mutanten mit positiven Eigenschaften erzeugt, etwa mit mutagenen Chemikalien beim Steinklee (SCHEIBE und HÜLSMANN 1957, 1958), bei Weizen und Gerste (SCHEIBE 1958) sowie mit radioaktivem Phosphor beim Weizen (VETTEL 1958, HOFFMANN 1959).

Bei *Pisum sativum* haben Mutationsversuche in Schweden zur „Strål-Erbse“ geführt, einer neuen Sorte mit verbesserten Eigenschaften; außerdem sind röntgeninduzierte Mutanten mit stärkerer Verzweigung, mit Gigaswuchs sowie Halbzwerge mit verkürzten Internodien isoliert worden (GELIN 1954, 1955, 1956, BLIXT, EHRENBERG und GELIN 1958), die für die züchterische Bearbeitung von Interesse sind. Frühblühende sowie zwergwüchsige Erbsensorten sind zwar schon seit Jahrzehnten vorhanden, die beiden Eigenschaften werden aber selbst in den neuesten Arbeiten noch als wesentliche Zuchtziele angeführt (HEYN 1950, GELIN 1956). Die im Vergleich zu späteren Formen geringeren Erträge der frühen Sorten werden dabei in Kauf genommen, weil es generell darauf ankommt, vornehmlich die Gemüseerbsen zum frühestmöglichen Zeitpunkt auf den Markt zu bringen. Außerdem sind frühe Sorten dem Befall durch *Bruchus* und *Grapholitha* weniger ausgesetzt als späte Sorten (v. TSCHERMAK 1925, HEYN 1943, SCHEIBE 1954), neigen darüber hinaus weniger zu Pilzerkrankungen (HERNFELD 1926).

Unsere frühblühende Mutante Nr. 46/57 entspricht hinsichtlich der Stellung der untersten Blüten und Früchte den frühesten bisher bekannten Gemüseerbsen, deren unterste Fruchtetage im 5. und 6. Nodus liegt (etwa „Wunder von Amerika“, „William Hurst“, „Dippes allerfrüheste Mai“, „Expres“, „van Waverens kleine Weißerfelerin“ u. a.). Bemerkenswerterweise handelt es sich aber bei unserer Mutante Nr. 46/57 um eine solche vom großkörnigen Viktoria-Erbsentypus, also um eine Körnerspeiseerbse, bei der besonders frühblühende und -reifende Formen sehr selten sind. Die untersten Hülsen sitzen bei dieser Mutante im Mittel 7 Nodi tiefer als bei der Ausgangsform. Es muß jetzt durch umfangreiche Kreuzungen versucht werden, das mutierte Gen mit besseren Ertrageigenschaften anderer Körnerspeiserbsen zu kombinieren. Der relativ geringe Ertrag einiger frühblühender Sorten ist im übrigen z. T. auch darauf zurückzuführen, daß die betreffenden Genotypen ausschließlich oder doch vorwiegend einblütige Infloreszenzen zur Ausbildung bringen. Das ist bei unserer Mutante nicht der Fall, sie besitzt vielmehr — wie ihre Ausgangsform — vorwiegend zweiblütige Infloreszenzen. Es dürfte daher möglich

sein, vornehmlich die Kornzahl je Hülse durch züchterische Maßnahmen zu steigern und damit eine Erhöhung des Gesamtertrags zu erzielen. Darüber hinaus erscheint es zweckmäßig, das mutierte Gen in Feld- bzw. Futtererbsen einzukreuzen (*Pisum arvense*), da gerade dort für den Zwischenfruchtbau frühblühende Sorten angestrebt werden (HERTZSCH 1943, 1959). Es sei noch erwähnt, daß LAMPRECHT (1956b) nach Kreuzung einige Formen mit nahezu grundständiger Infloreszenz erhalten hat; die Pflanzen besaßen durchschnittlich nur 1—3 sterile Nodi. Der Autor macht hierfür die Wirkung zweier rezessiver Gene verantwortlich.

Die genetischen Verhältnisse des Merkmals „Stellung der untersten Blüte“ sind bereits von KEEBLE und PELLEW (1910), OPPENHEIM (1921), H. und O. TEDIN (1923), WELLENSIEK (1925b) und HÄNSEL (1954a, b) bearbeitet worden. Von allen Autoren wird für die F_1 übereinstimmend vollständige oder nahezu vollständige Dominanz von hoher über niedriger Anzahl steriler Nodi angegeben. Die F_2 -Spaltungen haben jedoch zu unterschiedlichen Auffassungen geführt. Während die Spaltungszahlen von OPPENHEIM und TEDIN im statistischen Bereich einer 3:1-Spaltung liegen, also nur ein Genpaar für den Erbmodus verantwortlich machen, liegen nach WELLENSIEK und HÄNSEL kompliziertere Verhältnisse mit mindestens zwei Genpaaren vor, wobei die F_2 -Befunde der letztgenannten beiden Autoren nicht übereinstimmen, sondern eine unterschiedliche Interpretation erfordern. Unsere Mutante zeigt in der F_2 -Generation eindeutig eine 3:1-Spaltung. Die unterschiedlichen Befunde der zitierten Autoren sind möglicherweise darauf zurückzuführen, daß für die Stellung der untersten Blüte eine ganze Reihe verschiedener Gene verantwortlich ist und daß im Versuchsmaterial der Autoren jeweils verschiedene, nicht identische Gene mutiert waren. Für die von uns bearbeitete Mutante Nr. 46/57 möchten wir annehmen, daß ein bisher noch nicht bekanntes, pleiotrop wirkendes Gen dieser Gruppe mutiert ist. Die Korrelation zwischen der geringen Anzahl steriler Nodi und gewissen Abnormitäten in der Gestaltung der untersten Blüte ist so auffällig, daß sie von früheren Autoren nicht übersehen worden wäre. Da sie in keiner der zitierten Arbeiten erwähnt ist, ist sie offensichtlich noch nicht bekannt.

Über die genetischen Verhältnisse der Internodienlängen bei verschiedenen Erbsensorten liegen Untersuchungen von MENDEL (1865), KAPPERT (1919, 1929), WELLENSIEK (1925c), De HAAN (1927), RASMUSSEN (1927), LAMM (1937), VON ROSEN (1958) u. a. vor, aus denen hervorgeht, daß sowohl polymere Faktoren als auch multiple Allele beteiligt sind. Unsere Befunde, daß bei den zwergwüchsigen Mutanten Nr. 56/57 und 66/58 lange Internodien über kurze dominieren, stellt eine Bestätigung der Befunde früherer Autoren dar. Das gegenseitige Verhältnis der mutierten Gene zueinander wird im Zusammenhang mit der Bearbeitung des Stengelbaus einer größeren Anzahl strahleninduzierter Mutanten eingehend an anderer Stelle behandelt werden.

E. Zusammenfassung

1. Im Rahmen fünfjähriger strahlen-genetischer Versuche an *Pisum sativum* wurden nach Bestrahlung

ruhender Samen mit 5—15 Kr etwa 350 Mutanten erhalten, von denen ein frühblühender und 2 zwergförmige, standfeste Genotypen nach weiterer Kombinationsarbeit für die züchterische Praxis von Interesse sind.

2. Die frühblühende Mutante Nr. 46/57 tritt etwa 10 Tage vor der Vergleichsform „Dippes gelbe Viktoria“ in die Blühperiode ein und ist auch hinsichtlich der Kornreife deutlich früher als die Ausgangsform. Sie bildet ihre untersten Hülsen bereits im 4. bis 6. Nodus, während die Vergleichswerte der Ausgangsform bei 10—14 liegen. Im Kornertrag lag die Mutante 1958 deutlich unter der Ausgangsform, erreichte im sehr trockenen Sommer 1959 bei Parzellenanbau jedoch die Werte des Standards.

3. Die standfeste Mutante Nr. 66/58 erreichte nur maximale Internodienlängen von 3 cm gegenüber 6,5 cm der Vergleichsform. Sie stimmt hinsichtlich der Internodienzahl und des Wachstumsrhythmus der Stengelglieder mit der Ausgangsform überein, die Wirkung des mutierten Gens ist ausschließlich auf die Internodienlänge beschränkt.

4. Die zwergwüchsige Mutante Nr. 56/57 besitzt ebenfalls verkürzte Internodien, weicht jedoch bei gleicher Internodienzahl im Aufbau des Stengels charakteristisch von den anderen beiden Genotypen ab. Sie bildet ihre längsten Internodien nicht im mittleren Drittel, sondern erst gegen Ende der Ontogenese. Das mutierte Gen beeinflusst also neben der Internodienlänge noch den Wachstumsrhythmus der Internodien im Verlauf der ontogenetischen Entwicklung.

5. Bei allen 3 Mutanten sind die Unterschiede gegenüber der Ausgangsform jeweils auf die Wirkung eines rezessiven Gens zurückzuführen. Das mutierte Gen der Mutante Nr. 46/57 entfaltet eine pleiotrope Wirksamkeit und ist neben der Verkürzung der vegetativen Phase noch für gewisse Blütenanomalien verantwortlich, die die Fertilität der Mutante jedoch nicht beeinflussen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die meine strahlen-genetischen Arbeiten seit Jahren finanziert, bin ich zu großem Dank verpflichtet. Desgleichen danke ich meiner technischen Assistentin, Fräulein Gisela Bartsch, für ihre unermüdete Mithilfe.

Literatur

1. ÅKERBERG, E.: Mutations in X-rayed material of the six-rowed barley variety Edda. Acta Agric. Scand. 4, 544—548 (1954).
2. ANDERSSON, G.: Redogörelse för arbetena med soja vid Sveriges Utsädesförening åren 1941—1943. Sveriges Utsädesförenings Tidskr. 4, 279 bis 293 (1944).
3. ANDERSSON, G., and G. OLSSON: Svalöf's Primex white mustard — a market variety selected in x-ray treated material. Acta Agric. Scand. 4, 574—577 (1954).
4. BANDLOW, G.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. II. Züchterisch wertvolle Mutanten bei Sommer- und Wintergersten. Züchter 21, 357—363 (1951).
5. BAUER, R.: The induction of vegetative mutations in *Ribes nigrum*. Hereditas 43, 323—337 (1957).
6. BECKER-DILLINGEN, J.: Handbuch des Gemüsebaues. 2. Auflage, 394—422, Parey Berlin (1929).
7. BISHOP, C. J.: Mutations in apples induced by X-radiation. J. Hered. 45, 99—104 (1954).
8. BLIXT, S., L. EHRENBERG and O. GELIN: Quantitative studies of induced mutations in peas. I. Methodological investigations. Agri Hort. Genet. 16, 238—250 (1958).
9. BORG, G.: Svalöfs original Pallaskorn (Sv 04032), nytt 2-radskorn, röntgenmutation ur Bonus. Sver. Utsädesförenings Tidskr. 72—96 (1959).
10. BORG, B., K. FRÖJER and A. GUSTAFSSON: Pallas barley, a variety produced by ionizing radiation: its

- significance for plant breeding and evolution. II. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy A/Conf. 15/P/2468 (1958). — 11. BRUNS, A.: Die Auslösung von Mutationen durch Röntgenbestrahlung ruhender Samen von *Trifolium pratense*. *Angew. Bot.* 28, 120—155 (1954). — 12. DENAÏFFE: Les Pois Potageres. 2. Auflage, Paris 1906; zit. nach WELLENSIEK (1925). — 13. DOWN, E. E., and A. L. ANDERSEN: Agronomic use of an X-ray induced mutant. *Science* 124, 223—224 (1956). — 14. FREISLEBEN, R., und A. LEIN: Über die Auffindung einer mehltaresistenten Mutante nach Röntgenbestrahlung einer anfälligen reinen Linie von Sommergerste. *Naturwissensch.* 30, 608 (1942). — 15. FREISLEBEN, R., und A. LEIN: Röntgeninduzierte Mutationen bei Gerste. *Züchter* 16, 49—64 (1944). — 16. FREY, K. J.: Agronomic mutations in oats induced by X-ray treatment. *Agron. J.* 47, 207—210 (1955). — 17. FREY, K. J., and J. A. BROWNING: Mutations for stem rust resistance induced in oats by X-ray treatment. *Phytopathology* 45, 490—492 (1955). — 18. FRÖJER, K.: Nya erfarenheter rörande röntgenmutationer hos vete och havre samt deras betydelse för kombinationsförädligen. *Landbruksveckan* 225 bis 242 (1946); zit. nach GUSTAFSSON 1947. — 19. FRÖJER, K.: Aspects of the agricultural value of certain barley X-ray mutations produced and tested at the Swedish Seed Association, Svalöf, and its branch stations. *Acta Agric. Scand.* 4, 515—543 (1954). — 20. FUCHS, W. H.: Beobachtungen an einem Erbsenaussaatzeitenversuch. *Angew. Bot.* 23, 342—347 (1941). — 21. FUCHS, W. H., und E. MÜHLENDYCK: Über den Einfluß der Aussaat und der Temperatur auf die Entwicklung von Erbsensorten. *Z. Pflanzenzüchtung* 30, 172—187 (1951). — 22. GELIN, O.: X-ray mutants in peas and vetches. *Acta Agric. Scand.* 4, 558—568 (1954). — 23. GELIN, O.: Studies on the X-ray mutation Strål Pea. *Agri Hort. Genet.* 13, 183—193 (1955). — 24. GELIN, O.: Problems relating to plant breeding by means of mutation. *Agri Hort. Genet.* 14, 127—136 (1956). — 25. GELIN, O., and S. BLIXT: The karyotypes of two X-ray mutants in peas and their ancestors. *Agri Hort. Genet.* 14, 148—160 (1956). — 26. GELIN, O., L. EHRENBERG, and S. BLIXT: Genetically conditioned influences on radiation sensitivity in peas. *Agri Hort. Genet.* 16, 78—102 (1958). — 27. GENTER, C. F., and M. BROWN: X-ray studies on the field bean. *J. Hered.* 32, 39—44 (1941). — 28. GOTTSCHALK, W., und A. SCHEIBE: Untersuchungen an röntgeninduzierten Mutanten von *Pisum sativum*. *Z. Pflanzenzüchtung* 42, 313—338 (1960). — 29. GRANHALL, I.: Lin och lampa. *Sver. Utsädesf. Tidskr.* 56, 290—299 (1946). — 30. GRANHALL, I.: Spontaneous and induced bud mutations in fruit trees. *Acta Agric. Scand.* 4, 594—600 (1954). — 31. GREGORY, W. C.: X-ray breeding of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Agron. J.* 47, 396—399 (1955). — 32. GREGORY, W. C.: Induction of useful mutations in the peanut. *Brookhaven Symp. Biol.* 9, 177—190 (1956); zit. nach SMITH (1958). — 33. GRÖBER, K.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen XI. Die Erzeugung von somatischen Mutationen mittels Röntgenstrahlen beim Obst. *Kulturpflanze* 7, 37—54 (1959). — 34. GUSTAFSSON, A.: Mutation experiments in barley. *Hereditas* 27, 225—242 (1941a). — 35. GUSTAFSSON, A.: Preliminary yield experiments with ten induced mutations in barley. *Hereditas* 27, 337—359 (1941b). — 36. GUSTAFSSON, A.: Mutationsforschung und Züchtung. *Züchter* 14, 57—64 (1942). — 37. GUSTAFSSON, A.: Mutations in agricultural plants. *Hereditas* 33, 1—100 (1947). — 38. GUSTAFSSON, A.: Mutations, viability and population structure. *Acta Agric. Scand.* 4, 601—632 (1954). — 39. GUSTAFSSON, A., and J. MCKEY: Mutation work at Svalöf. *Svalöf 1886—1946*. Lund, 338—357 (1948). — 40. GUSTAFSSON, A., and O. TEDIN: Plant breeding and mutations. *Acta Agric. Scand.* 4, 633—639 (1954). — 41. GUSTAFSSON, A., u. D. v. WERTSTEIN: Mutationen und Mutationszüchtung. In Kappert/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.*, 2. Aufl. Parey Berlin/Hamburg, 1. Band, 612—699 (1958). — 42. DE HAAN, H.: Length factors in *Pisum*. *Genetica* 9, 481—498 (1927). — 43. HACKBARTH, J.: Versuche mit Röntgenbestrahlung zur Mutationsauslösung bei *Lupinus luteus*, *L. angustifolius* und *L. albus*. *Z. Pflanzenzüchtung* 34, 375—390 (1955). — 44. HAGBERG, A., and N. NYBOM: Reaction of potatoes to X-irradiation and radiophosphorus. *Acta Agric. Scand.* 4, 578—584 (1954). — 45. HAUPT, W.: Untersuchungen über den Determinationsvorgang der Blütenbildung bei *Pisum sativum*. *Z. Bot.* 40, 1—32 (1952). — 46. HÄNSEL, H.: Vergleich der Konstanz verschiedener „Blühzeit“-Maße im Langtag in Hinblick auf Sortencharakteristik und Erbversuch bei *Pisum sativum*. *Züchter* 24, 77—92 (1954a). — 47. HÄNSEL, H.: Versuche zur Vererbung der Nodienzahl-Blühzeit-Relation im langen Tag bei Erbsensorten. *Züchter* 24, 97—115 (1954b). — 48. HÄNSEL, H., and J. ZAKOVSKY: Mildew-resistant barley mutants induced by X-rays. *Euphytica* 5, 347—352 (1956a). — 49. HÄNSEL, H., and J. ZAKOVSKY: Röntgeninduzierte Mutanten der Vollkorngerste (*Hordeum distichum nutans*). I. Bestrahlung und Auslese auf Mehltaresistenz. *Bodenkultur* 9, 50—64 (1956b). — 50. HÄRER, L.: Die Vererbung des Blühalters früher und später sommereinjähriger Rassen von *Arabidopsis Thaliana*. *Beitr. Biol. Pflanzen* 28, 1—35 (1951). — 51. HERNFELD, K.: Sortenechtheitsbestimmung bei Erbsen. *Fortschr. Landwirtsch.* 1, 380—382 (1926). — 52. HERTZSCH, W.: Felderbsen, *Pisum arvense* L. In Roemer/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.*, 1. Auflage, Band III, 25—32, Parey Berlin (1943). — 53. HERTZSCH, W.: Mutationsversuch mit Rohrglanzgras. *Z. Pflanzenzüchtung* 37, 263—279 (1957). — 54. HERTZSCH, W.: Futtererbsen. In Kappert/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.* 2. Auflage, Band IV, 96—102, Parey Berlin/Hamburg (1959). — 55. HEYN, H.: Speiseerbsen, *Pisum sativum* L. In Roemer/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.* 1. Auflage, Band III, 1—25, Parey Berlin (1943). — 56. HEYN, H.: Gemüseerbsen. In Roemer/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.*, 1. Auflage, Band V, 318—337, Parey Berlin (1950). — 57. HOFFMANN, W.: Ergebnisse der Mutationszüchtung. Vorträge über Pflanzenzüchtung 36—53; *Land- und Forstwirtschaft. Forschungsrat Bonn* (1951). — 58. HOFFMANN, W.: Neuere Möglichkeiten der Mutationszüchtung. *Z. Pflanzenzüchtg.* 41, 371—394 (1959). — 59. HOFFMANN, W., und U. ZOSCHKE: Röntgenmutationen beim Flachs (*Linum usitatissimum*). *Züchter* 25, 199—206 (1955). — 60. HUMPHREY, L. M.: Effects of neutron irradiation on soybeans. II. *Soybean Digest* 5, 18—19 (1954); zit. nach ZACHARIAS (1956). — 61. JULÉN, G.: Observations on X-rayed *Poa pratensis*. *Acta Agric. Scand.* 4, 585—593 (1954). — 62. JULÉN, G.: Über die Effekte der Röntgenbestrahlung bei *Poa pratensis*. *Züchter* 28, 37—40 (1958). — 63. KAMPE, K., H. BASSE, B. GLASCHKE und F. SCHREIBER: Gemüsesorten. I. Teil. Parey Berlin/Hamburg (1955). — 64. KAPLAN, R. W.: Über Möglichkeiten der Mutationsauslösung in der Pflanzenzüchtung. *Z. Pflanzenzüchtg.* 32, 121 bis 131 (1953). — 65. KAPPERT, H.: Über das Vorkommen vollkommener Dominanz bei einem quantitativen Merkmal. *Z. Vererbgs.* 22, 199—209 (1919). — 66. KAPPERT, H.: Die Erblichkeitsverhältnisse der züchterisch wichtigen Eigenschaften der Gartenerbse. *Züchter* 1, 79—86 (1929). — 67. KEBBLE, F., and C. PELLEW: The mode of inheritance of stature and of time of flowering in peas (*Pisum sativum*). *J. Genet.* 1, 47—56 (1910). — 68. KNAPP, E.: Züchtung durch Mutationsauslösung. In Roemer/Rudorf: *Handbuch d. Pflanzenzüchtg.*, 1. Auflage, Band I, 541—562, Parey Berlin (1941). — 69. KONZAK, C. F.: A note on the use of radiation for the production of mutations for Victoria-blight resistance in oats. *Phytopathology* 46, 177—178 (1956). — 70. KONZAK, C. F., N. E. BORLANG, A. ACOSTA and J. GIBLER: Stripe resistant mutants obtained from irradiation of Gabo wheat. *Phytopathology* 46, 525—526 (1956). — 71. KRESS, H.: Ergebnisse der Röntgenbestrahlungen bei der Güzlower Süßen Gelblupine. *Züchter* 23, 168—172 (1953). — 72. KRESS, H., und F. ZACHOW: Ergebnisse von Untersuchungen an kurzbehaarten und kleinsamigen Mutanten von *Lupinus luteus*. *Züchter* 26, 207—210 (1956). — 73. KUCKUCK, H.: Züchterische und genetische Versuche mit Gerste. *Naturwissensch.* 22, 276—278 (1934). — 74. LAMM, R.: Length factors in dwarf peas. *Hereditas* 23, 38—48 (1937). — 75. LAMPRECHT, H.: Studien über die Zeitigkeit bei *Pisum*. I. Die Begriffe Zeitigkeit und Lebensdauer. *Agri Hort. Genet.* 4, 105—118 (1947). — 76a. LAMPRECHT, H.: Röntgenempfindlichkeit und genotypische Konstitution bei *Pisum*. *Agri Hort. Genet.* 14, 161—176 (1956a). — 76b. LAMPRECHT,

- H.: Ein *Pisum*-Typ mit grundständigen Infloreszenzen. *Agri Hort. Genet.* **14**, 195—202 (1956b). — 77. LAMPRECHT, H.: Durch Röntgenbestrahlung von *Pisum*-Samen erhaltene neue und bekannte Genmutationen. *Agri Hort. Genet.* **15**, 142—154 (1957a). — 78. LAMPRECHT, H.: Röntgeninduzierte spezifische Mutationen bei *Pisum* in ihrer Abhängigkeit von der genotypischen Konstitution. *Agri Hort. Genet.* **15**, 169—193 (1957b). — 79. LAMPRECHT, H.: Eine *fruticosa*-Röntgenmutante von *Pisum*. *Agri Hort. Genet.* **16**, 130—144 (1958). — 80. LEHMANN, C. O.: Das morphologische System der Saaterbsen (*Pisum sativum* L. sens. lat. *Gov. ssp. sativum*). *Züchter* **24**, 316—337 (1954). — 81. LEVAN, A.: Experimentally induced chlorophyll mutants in flax. *Hereditas* **30**, 225—230 (1944). — 82. McKEY, J.: Neutron and X-ray experiments in wheat and a revision of the speltoid problem. *Hereditas* **40**, 65—180 (1954a). — 83. McKEY, J.: Mutation breeding in polyploid cereals. *Acta Agric. Scand.* **4**, 549—557 (1954b). — 84. MENDEL, G.: Versuche über Pflanzenhybride. *Verh. naturf. Verein Brünn* **4**, 3—47 (1865). — 85. MERTENS, T. R., and A. B. BURDICK: On the X-ray production of „desirable“ mutations in quantitative traits. *Am. J. Bot.* **44**, 391—394 (1957). — 86. MICKLE, A.: Mutationszüchtung beim weißen Steinklee (*Melilotus albus*) mit Hilfe von Röntgenstrahlen. *Z. Pflanzenzüchtung* **39**, 419—473 (1958). — 87. MYERS, W. M., E. R. AUSEMUS, F. K. S. KOO and J. K. HSU: Resistance to rust induced by ionizing radiations in wheat and oats. *Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy* **12**, 60—62 (1956); zit. nach SMITH (1958). — 88. NOVER, I., and G. BANDLOW: Mutationsversuche an Kulturpflanzen VIII. Mehlttauresistenz und ihre Genetik bei Wintergerstenmutanten. *Züchter* **28**, 184—189 (1958). — 89. NYBOM, N.: Mutation types in barley. *Acta Agric. Scand.* **4**, 430—456 (1954). — 90. OLTSMANN, W.: Züchterische Auswertung röntgeninduzierter Mutationen an physiologischen Merkmalen bei Winterweizen. *Z. Pflanzenzüchtung* **29**, 76—89 (1951). — 91. OPPENHEIM, J. O.: De erfelijkheid van het vroeg of laat bloeien bij erwten. *Ver. Ber. Wetensch. Teelt, Ber. a. d. Leden* **10**, 2—5 (1921); zit. nach WELLENSIEK (1925). — 92. PRISMENKO, P. A.: *Inst. bot. Akad. Nauk. URSSR* **13**, **14**, 95—108 (1937); zit. nach KNAPP (1941). — 93. RASMUSSEN, J.: Genetically changed linkage values in *Pisum*. *Hereditas* **10**, 1—152 (1927). — 94. RASMUSSEN, J.: Studies on the inheritance of quantitative characters in *Pisum*. I. Preliminary note on the genetics of time of flowering. *Hereditas* **20**, 161—180 (1935). — 95. v. ROSEN, G.: On the genetics of dwarf strains in *Pisum*. *Hereditas* **44**, 123—144 (1958). — 96. SCHEIBE, A.: Die phäno-phasische bedingte Typenresistenz der Erbsensorten gegen den Erbsenwickler (*Grapholitha nigricana*). *Phytopathol. Zeitschr.* **21**, 433—448 (1954). — 97. SCHEIBE, A.: Die Anwendung von Chemikalien in der Mutationszüchtung. *Vorträge für Pflanzenzüchter* **3** (1958). — 98. SCHEIBE, A., and A. BRUNS: Eine kurzröhrige, weißblühende Mutante bei *Trifolium pratense* nach Röntgenbestrahlung. *Angew. Bot.* **27**, 70—74 (1953). — 99. SCHEIBE, A., and A. BRUNS-NEITZERT: Das genetische Verhalten einer kurzröhrigen Mutante von *Trifolium pratense*. *Züchter* **26**, 153—155 (1956). — 100. SCHEIBE, A., and G. HÜLSMANN: Über das Auftreten bitterstoffarmer Pflanzen in der C₂-Generation nach Behandlung mit mutagenen Chemikalien. *Naturwissenschaften* **44**, 17—18 (1957). — 101. SCHEIBE, A., and G. HÜLSMANN: Mutationsauslösung durch Chemikalien beim Steinklee (*Melilotus albus*). *Z. Pflanzenzüchtung* **39**, 299—324 (1958). — 102. SCHICK, R.: Über einige für den Pflanzenzüchter interessante Mutanten von *Antirrhinum majus*. *Züchter* **6**, 30—33 (1934). — 103. SCHOLZ, F.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. VII. Untersuchungen über den züchterischen Wert röntgeninduzierter Mutanten verschiedener Merkmalsgruppen bei Sommer- und Wintergerste. *Z. Pflanzenzüchtung* **38**, 181—220 und 225—274 (1957). — 104. SCHOLZ, F.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. IX. Über den Rohproteingehalt röntgeninduzierter Gerstenmutanten. *Züchter* **28**, 289—296 (1958a). — 105. SCHOLZ, F.: Smooth-awned barley mutants induced by X-rays. *Proc. X Int. Congr. Genet. Vol. II* (1958b). — 106. SCHOLZ, F., and C. O. LEHMANN: Die Gaterslebener Mutanten der Saatgerste in Beziehung zur Formenmannigfaltigkeit der Art *Hordeum vulgare* L. s. l. I. Kulturpflanze **6**, 123—166 (1958). — 107. SHEBESKI, L. H., and T. LAWRENCE: The production of beneficial mutations in barley by irradiation. *Canad. J. Agr. Sci.* **34**, 1—9 (1954). — 108. SMITH, H. H.: Radiation in the production of useful mutations. *Bot. Rev.* **24**, 1—24 (1958). — 109. STUBBE, H.: Über die Möglichkeiten der experimentellen Erzeugung neuer Pflanzenrassen durch künstliche Auslösung von Mutationen. *Züchter* **1**, 6—11 (1929). — 110. STUBBE, H.: Die Bedeutung der Mutationen für die theoretische und angewandte Genetik. *Naturwissenschaften* **22**, 781—787 (1934). — 111. STUBBE, H.: Spontane und strahleninduzierte Mutabilität. *Leipzig* (1937). — 112. STUBBE, H.: Pflanzenzüchtung und Mutationsforschung. *Forschungsdienst, Sonderheft* **16**, 333—338 (1942). — 113. STUBBE, H.: Über einige theoretische und praktische Fragen der Mutationsforschung. *Abhandl. Sächs. Akad. Wiss., math. nat. Kl.* **47**, H. 1, 1—23 (1952). — 114. STUBBE, H.: Einige Ergebnisse der Mutationsforschung an Kulturpflanzen. *Sitzungsber. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin, Klasse f. Medizin, Nr. 1*, 1—32 (1959a). — 115. STUBBE, H.: Mutanten der Kulturtomate *Lycopersicon esculentum* Mill. III. Kulturpflanze **7**, 82—112 (1959b). — 116. STUBBE, H., and G. BANDLOW: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. I. Röntgenbestrahlungen von Winter- und Sommergersten. *Züchter* **17/18**, 365—374 (1947). — 117. TEDIN, H., and O. TEDIN: Contributions to the genetics of *Pisum*. III. Internode length, stem thickness and place of the first flower. *Hereditas* **4**, 351—362 (1923). — 118. TEDIN, O.: X-irradiation of *Lupinus luteus*. *Acta Agric. Scand.* **4**, 569—573 (1954). — 119. TEDIN, O., and A. HAGBERG: Studies on X-ray induced mutations in *Lupinus luteus* L. *Hereditas* **38**, 267—296 (1952). — 120. THUNAEUS, H.: Nya malkornsorтер genom röntgenbestralning. *Svensk Bryggeritidskr.* **61**, 73—83 (1946); zit. nach BANDLOW (1951). — 121. TOLLENAAR, D.: Untersuchungen über Mutation bei Tabak. II. Einige künstlich erzeugte Chromosom-Mutanten. *Genetica* **20**, 285—294 (1938). — 122. v. TSCHERMAK, E.: Praktische Ratschläge für Leguminosenzüchter. *Mitt. DLG* **40**, 72—75 (1925). — 123. VETTEL, F.: Mutationsversuche an Weizen-Roggen-Bastarden (*Triticale*). *Diss. Halle* (1958); zit. nach HOFFMANN (1959). — 124. WELLENSIEK, S. J.: Genetic monograph on *Pisum*. *Bibliographia Genetica* **2**, 343—476 (1925a). — 125. WELLENSIEK, S. J.: *Pisum crosses*. I. *Genetica* **7**, 1—64 (1925b). — 126. WELLENSIEK, S. J.: *Pisum crosses*. II. *Genetica* **7**, 337—364 (1925c). — 127. v. WETTSTEIN, D.: Halmaufbau und Standfestigkeit bei *erectoides*-Mutanten der Gerste. *Hereditas* **38**, 345—366 (1952). — 128. v. WETTSTEIN, D., A. GUSTAFSSON u. L. EHRENBERG: Mutationsforschung und Züchtung. *Arbgem. Forschg. Landes Nordrhein-Westfalen, Heft* **73**, 7—60 (1957). — 129. ZACHARIAS, M.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen VI. Röntgenbestrahlung der Sojabohne. *Züchter* **26**, 321—338 (1956).