

Rauchhärte nichts bekannt war. Es ist zu vermuten, daß sich durch die Verwendung von Partnern mit nachgewiesener hoher Rauchresistenz noch bessere Erfolge erzielen lassen.

Über die Ursache der hohen Rauchresistenz der japanischen Lärche lassen sich zur Zeit nur Vermutungen äußern. Eine natürliche Selektion auf Rauchhärte ist an sich schwer vorstellbar. Nicht gänzlich abwegig ist jedoch die Annahme, daß im japanischen Heimatgebiet unter dauernder Einwirkung von SO₂-Dämpfen vulkanischen Ursprungs resistente Biotypen entstanden sind. Tatsache ist jedenfalls, daß die japanische Lärche zu den wenigen Baumarten gehört, die an derartigen Standorten zu existieren vermögen.

Zusammenfassung

2jährige, aus gelenkter Bestäubung hervorgegangene Lärchen, z. T. europäische Lärchen (*L. decidua* Mill.), z. T. Hybriden der europäischen mit der japanischen Lärche (*L. leptolepis* Gord.), wurden im Rauchschadenprüfstand 10 bis 50 Stunden lang SO₂-Konzentrationen von 0,34 bis 0,73 ppm ausgesetzt.

Die Auswertung der registrierten Nadelsschäden ergab

1. im Durchschnitt aller untersuchten Pflanzen eine gesichert höhere SO₂-Resistenz der Hybriden gegenüber den europäischen Lärchen.

2. einen hochsignifikanten Resistenzunterschied zwischen den Hybriden aus den Kreuzungen mit 2 verschiedenen Partnern der japanischen Lärche.

Die größere oder geringere Rauchhärte der Lärche ist in hohem Maße genetisch bedingt. Innerhalb der relativ rauchharten Art *L. leptolepis* bestehen erhebliche individuelle oder herkunftsmäßig bedingte Resistenzunterschiede, die die Erzeugung von Lär-

chen hoher Rauchresistenz auf dem Wege der ge- lenkten Kreuzung sehr aussichtsreich erscheinen lassen.

Literatur

1. GUDERIAN, R.: Zur Methodik der Ermittlung von SO₂-Toleranzgrenzen für land- und forstwirtschaftliche Kulturen im Freilandversuch Biersdorf/Sieg. Staub 20, 334–337 (1960). — 2. GUDERIAN, R., H. VAN HAUT u. H. STRATMANN: Probleme der Erfassung und Verteilung von Wirkungen gasförmiger Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz S. 257 (1960). — 3. GUDERIAN, R., u. H. STRATMANN: Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxydwirkungen auf die Vegetation. 1. Teil. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1118 (1962). — 4. VAN HAUT, H., u. H. STRATMANN: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Schwefeldioxid auf die Vegetation. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 884 (1960). — 5. VAN HAUT, H.: Die Analyse von Schwefeldioxideinwirkungen auf die Vegetation. Staub 21, 61–64 (1961). — 6. ROHMEDE, E., u. H. SCHÖNBACH: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Berlin u. Hamburg: Verlag Paul Parey 1959. — 7. ROHMEDE, E., W. MERZ u. A. v. SCHÖNBORN: Züchtung von gegen Industrieabgase relativ resistenten Fichten- und Kiefernsorten. Forstwissensch. Zentralbl. Nov./Dez. S. 321–332 (1962). — 8. LANGNER, W.: Gedanken zur Lärchenzüchtung auf Grund der Ergebnisse des Büdinger Lärchenkreuzungsversuches. Silvae Genetica S. 160 (1957). — 9. WISLICENUS, H.: Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanzen. Mitteilung aus der Königl. Sächs. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt, Bd. 1, Heft 3. Berlin: Verlag Paul Parey 1918. — 10. ZAHN, R.: Über den Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf die Pflanzenempfindlichkeit gegenüber Schwefeldioxid. Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Heft 2, S. 82–95 (1963). — 11. ZAHN, R.: Untersuchungen über die Bedeutung kontinuierlicher und intermittierender Schwefeldioxydeinwirkung für die Pflanzenreaktion. Staub 343–352 (1963). — 12. ZAHN, R.: Wirkungen von Schwefeldioxyd auf die Vegetation, Ergebnisse aus Begasungsversuchen. Staub 21, 56–60 (1961).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität Leipzig

Die Fertilität polyplöider *Beta*-Rüben und ihre Beeinflussung durch ernährungsphysiologische Faktoren

Von CHR. ROSENTHAL

Mit 4 Abbildungen

Die bei künstlich induzierten Autopolyploidien fast allgemein verbreitete Erscheinung einer Reduktion der generativen Vermehrung tritt auch bei *Beta vulgaris* auf. Sie spielt zwar bei dieser Kulturart keine so entscheidende Rolle wie bei jenen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzen, deren Früchte oder Samen genutzt werden, aber die Notwendigkeit der Gewinnung von Saatgut genügender Menge und ausreichender Keimfähigkeit zur Fortführung tetraploider Stämme sowie für die anisoploide Verbrauchsgeneration ist auch hier gegeben.

Die herabgesetzte Keimfähigkeit von Saatgut tetraploider *Beta*-Rüben gegenüber dem von diploiden wurde in der Literatur oft hervorgehoben (ABEGG, 1942; ABEGG, STEWART und COONS, 1946; CSAPODY, 1961; FILUTOWICZ, 1956a, 1956b; KLOEN und SPECKMANN, 1954, 1956; KNAPP, 1957; MATSUMURA, 1953; RUSCONI-CAMERINI, 1958; SEDLMAYR, 1955; SIMON, WAUTHY und ROUSSEL, 1957 u.a.). Auch bei den anisoploiden Gemischen der Verbrauchs-

generation treten niedrigere Keimprozente als bei Diploiden auf. Dieser Tatsache wird Rechnung getragen in den Anforderungen an polyplöides Saatgut, die allerdings noch auf der Basis der Polykarpie aufgestellt wurden, da die Umstellung der polyplöiden Sorten auf Monokarpie noch nicht abgeschlossen ist. Daß auch bei annähernd monokarpen Linien von tetraploiden Zuckerrüben die Fertilität gegenüber dem diploiden Ausgangsmaterial gesenkt ist, betont FILUTOWICZ (1963). Die Brüsseler Normen für den internationalen Handel (1962) legen die Mindestforderung für die Keimfähigkeit bei diploiden Sorten auf 75%, bei polyplöiden auf 68% fest. Die TGL der DDR verlangt für multigermes diploides Zuckerrübensaatgut je nach Knäuelgröße mindestens 75 bis 70% Keimfähigkeit, für polyplöide Sorten ist die untere Grenze 65%.

Nach ECKHOFF (1960) gibt auch das Saatgutgesetz der Bundesrepublik für diploide und polyplöide Zuckerrüben verschiedene Mindestforderungen der

Keimfähigkeit an, und zwar für Diploide, je nach Knäuelgröße, 80 bis 70% keimender Knäuel, für polyploide Sorten jedoch, ohne Rücksicht auf die Knäuelgröße, nur 65%. Bei einer Saatgutkontrolle der Landwirtschaftskammer Hannover, die in den Jahren 1957 bis 1959 durchgeführt wurde, erreichten die Variationsbreiten der Keimfähigkeit Polyploider in zwei Jahren die gegebene untere Grenze, im Jahre 1957 unterschritten sogar 13 von 48 Proben die Mindestforderung von 65%. Die ungünstige Witterung des Erntejahres 1956 hatte aber auch bei den diploiden Sorten im untersuchten Bereich zu negativen Abweichungen ähnlicher Größenordnung geführt.

Die geringen Keimprozente polyploider *Beta*-Rüben können eine praktische Monogermie trotz Vorhandenseins polykarper Knäuel bewirken, was von einigen Autoren als ein Vorteil des polyploiden Rübensaattgutes angesehen wird (z. B. ABEGG, STEWART und COONS, 1946; SEDLMAYR, 1955; FILUTOWICZ, 1956a). HEINISCH (1958) betont ebenfalls, daß die Erscheinung des erhöhten Anteils an leeren Fruchthöhlungen kein grundsätzlicher Nachteil sei. BORNSCHEUER (1962) berichtet, daß polyploides Rübensaattgut im Vergleich mit diploidem eine Arbeitseinsparung von 20% beim Verziehen ergab. Teilweise ist jedoch die Keimfähigkeit Polyploider in einem Maße reduziert, das keinen normalen Feldaufgang mehr gewährleistet. In noch größerem Maße als bei anisoploidem Saatgut ist die Keimfähigkeit bei rein tetraploidem Material, wie es in den 4x-Zuchttämmen vorliegt, verringert. Vor allem in den niedrigen C-Generationen ist eine schlechte Keimung zu beobachten. SEDLMAYR (1955) gibt z. B. an, daß hier die Zahl der Keime pro Knäuel kaum die Hälfte derer bei Diploiden beträgt. KLOEN und SPECKMANN (1956) stellten in der C₂-Generation bei 6 Sorten verschiedener Zuchtrichtungen, die jeweils in einer größeren Zahl von Familien untersucht wurden, im allgemeinen niedrige Durchschnittswerte für die Zahl der Keime pro 100 Knäuel fest. In zwei Fällen wurde die Zahl 100 überschritten, aber nur eine der untersuchten Sorten, die Gehaltsfutterrübe Alpha, zeigte bereits in dem unselektierten tetraploiden Rohmaterial ein den diploiden Sorten gleichwertiges Resultat von durchschnittlich 168 Keimen pro 100 Knäuel. Die großen Variationsbreiten der übrigen Sorten lassen aber auch hier eine Auslese auf gute Keimung aussichtsreich erscheinen.

Zum Vergleich einer züchterisch bearbeiteten hohen C-Generation können Werte herangezogen werden, die BORNSCHEUER (1960) am Einbecker 4x-Zuchtmaterial erhielt. Obwohl sich die Arbeit in ihrer primären Fragestellung mit pflanzenbaulichen Maßnahmen bei Zuckerrüben im zweiten Vegetationsjahr befaßt, betont der Verfasser, daß durch Hinzunahme tetraploider Versuchspflanzen ein eventuell unterschiedliches Verhalten der Genomstufen 2x und 4x festgestellt werden sollte. — 5 Tabellen geben in 3—4facher Wiederholung Prozente angekeimten Knäueln und Keimzahlen pro 100 Knäuel bei Di- und Tetraploiden aus drei verschiedenen Versuchsjahren an. Da bis auf eine Ausnahme die geprüften

pflanzenbaulichen Maßnahmen keine signifikanten Unterschiede im Keimungsverhalten bewirkten, erschien es uns berechtigt, arithmetische Mittel für 2x und 4x aus den Versuchsergebnissen zu berechnen, wobei sich für Diploide durchschnittlich 153,1 und für Tetraploide 122,8 Keime pro 100 Knäuel ergaben.

In dem tetraploiden Material höherer C-Generationen ist demnach eine Stabilisierung der keimungsphysiologischen Verhältnisse eingetreten. Das Durchschnittsergebnis in bezug auf Keimzahl pro 100 Knäuel liegt jedoch noch beträchtlich unter dem an diploiden Rüben gewonnenen.

Die herabgesetzte Keimzahl tetraploider Knäuel kann durch eine gegenüber den Diploiden verminderte Blütenzahl pro Knäuel mitbedingt sein. Eine negative Korrelation zwischen Blütigkeit und Ploidiestufe stellten BARTL, CURTH, FISCHER und SCHNEIDER (1957), KLOEN und SPECKMANN (1956) sowie MAGASSY (1961) fest. Auch KNAPP (1957) spricht von einer „geringeren Zahl der Früchtchen pro Knäuel“ bei Tetraploiden. Eigene Auszählungen der Blütenzahl pro Knäuel bei Tetra- und Triploiden der C₅-Generation zeigten die gleiche Tendenz der Polyploiden (Tab. 1).

Signifikante Unterschiede ($P = 5\%$) traten zwischen der 3x-Stufe und beiden diploiden Vergleichssorten auf. Die Unterlegenheit der Tetraploiden war nur im Vergleich mit 2x-Strubes Grünköpfige signifikant bei $P = 5\%$; der t-Wert für die Differenz zwischen 4x- und dem 2x-Barres-Typ liegt knapp unter dem Tabellenwert für $P = 5\%$.

ABEGG, STEWART und COONS (1946) beobachteten an ihrem Material eine annähernd gleiche Blütenzahl pro Knäuel bei Di- und Tetraploiden. Da der Verzweigungsgrad der Teilinfloreszenzen und damit auch das Merkmal Blütenzahl pro Knäuel bei *Beta vulgaris* außer einer großen genetischen Variabilität auch eine besonders hohe Modifikabilität aufweist (BAROCKA, 1960), ist mit einer starken Überschneidung der Variationsreihen von Di- und Tetraploiden zu rechnen.

Die Verschiedenartigkeit der Ergebnisse kann durch die genetische Variabilität dieses Merkmals, aber auch durch seine Abhängigkeit von Außenfaktoren bedingt sein. BAROCKA (1959, 1960) konnte zeigen, daß bei *Beta*-Rüben nicht nur Allele für Ein- und Mehrblütigkeit vorhanden sind (SAVITSKY, 1952), sondern daß auch der Grad der Mehrblütigkeit genisch gesteuert wird. Die Höchstblütigkeit, die ein Individuum bei optimalen Ernährungsbedingungen in einem geringen Anteil seiner Knäuel erreicht, wird dabei als Kriterium für den genetisch bedingten Verzweigungsgrad der Teilinfloreszenzen herangezogen.

Um eindeutige Ergebnisse über den Einfluß der Ploidiestufe auf die Blütigkeit zu erhalten, müßten

Tabelle 1. Blütigkeitsvergleich verschiedener Ploidiestufen.

Sorte	Ploidiestufe	Ø Zahl der Blüten pro Knäuel			n Pfl.	n. Knäuel
		\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$		
DB x Str. G. K.*	4x	2,60	$\pm 0,242$	$\pm 0,062$	15	3000
DB x Str. G. K.	3x	2,56	$\pm 0,349$	$\pm 0,097$	13	2600
Str. G. K.	2x	2,86	$\pm 0,477$	$\pm 0,104$	21	4200
Waldm. Futterkr.	2x	2,87	$\pm 0,449$	$\pm 0,125$	13	2600

* DB = Deutsche Barres; Str. G. K. = Strubes Grünköpfige

demnach nicht nur die äußereren Bedingungen übereinstimmend gehalten, sondern auch in bezug auf dieses Merkmal genetisch einheitliches Material der verschiedenen Genomstufen verwendet werden. 1960 berichtet BAROCKA über die Erstellung von Linien bestimmter Höchstblütigkeit auf diploider Stufe. Ein derartiges Ausgangsmaterial zur Polyploidisierung lag bisher nicht vor.

Zur Ermöglichung einwandfreier Ansatzvergleiche kann aber der Einfluß verschieden hoher Blütigkeit auch rechnerisch ausgeschaltet werden dadurch, daß als Bezugsgröße nicht die Knäuelzahl, sondern die Gesamtzahl der Blüten bzw. Teilfrüchte verwendet wird. Diese Methode benutzten auch BARTL, CURTH, FISCHER und SCHNEIDER (1957).

Die Verschiedenheit der Werte bei den beiden genannten Bezugsgrößen geht aus Tab. 2 hervor.

Tabelle 2. Keimprozente bei verschiedenen Bezugsgrößen (berechnet nach BARTL u. a., 1957, Tabelle 3).

Saatgut	Blüten pro 100 Knäuel*	Keime pro 100 Knäuel*	Keime pro 100 Blüten
2 x, gut keimende Fam.	237	121	51
4 x, gut keimende Fam.	185	117	63
4 x, schlecht keim. Fam.	221	62	28

* Die Durchschnittswerte der zweiten und dritten Spalte wurden als gewogene arithmetische Mittel aus den Einzelwerten der 5 Siebfraktionen unter Berücksichtigung von deren prozentualen Anteil an der Gesamtprobe (nach Tab. 3 der gen. Arbeit) berechnet.

Während für die praktische Züchtung nur die Alternative: gekeimt — nicht gekeimt, eine Rolle spielt, ist es bei der Durchführung wissenschaftlicher Fertilitätsuntersuchungen von Bedeutung, zu erkennen, ob Samen ausgebildet werden, die nicht keimfähig sind, oder ob überhaupt kein Ansatz erfolgt. Die Unterscheidung beider Fälle wird erschwert durch die für *Beta vulgaris* charakteristische Fruchtstandform des Knäuels, die einen Samenansatz erst nach Entfernen des Deckelchens mit Sicherheit erkennen läßt. Da die Fruchtknotenhöhlen aller Blüten eines Knäuels infolge der kongenitalen Verwachsung der unteren Karpellteile mit der Achse der Teilverzweigungen in dieses einheitliche Achsengewebe eingesenkt sind, wird durch eine Einzelbefruchtung das gesamte Gewebe mit allen enthaltenen Perikarpien beeinflußt und zum Wachstum angeregt. Wie BAROCKA (1959) betont, sind sogar „Größenunterschiede zwischen voll entwickelten, ausgereiften Einzelfrüchten und solchen, bei denen die Samenanlagen nicht befruchtet bzw. befruchtet und abgestorben waren, nicht immer deutlich zu erkennen“. So kann insbesondere bei mehrblütigen Knäueln erst durch detaillierte Untersuchungen der einzelnen Fruchthöhlungen entschieden werden, ob das Fehlen eines Keimlings durch mangelnde Keimfähigkeit eines vorhandenen Samens oder durch fehlenden Ansatz bedingt ist. Derartige Saatgutuntersuchungen haben ergeben, daß bei tetraploiden *Beta*-Rüben ausgeblicher Samenansatz die Hauptrolle spielt. Ausführlich befaßt sich die Arbeit von BARTL, CURTH, FISCHER und SCHNEIDER (1957) mit der Analyse der „Keimfähigkeit“ Tetraploider.

Als Hauptursache der verminderten Keimzahl wird der hohe Prozentsatz an „nicht vorhandenen“ Samen angegeben, während in bezug auf ausgebildete,

aber nicht gekeimte Samen nicht so große Differenzen zwischen Di- und Tetraploiden gefunden wurden. — Die Reduktion betrifft somit vorwiegend die Fertilität und nur in geringem Maße die Keimfähigkeit.

Auch durch Selektion auf „guten Ansatz“ wurde bisher von den Tetraploiden nicht der Fertilitätsgrad der Diploiden erreicht. BARTL et al. (1957) stellten zwar fest, daß einzelne gut keimende tetraploide Familien den Diploiden gleichwertig sind, es ist jedoch bisher nicht gelungen, in polyploiden Sorten die Ertrags- und sonstigen Werteigenschaften mit einer den diploiden entsprechenden Keimfähigkeit zu kombinieren. SCHLÖSSER (1961) steht wohl allein mit seiner Behauptung, daß bei den polyploiden *Beta*-Rüben die „ungünstige Eigenschaft der schlechten Keimung“ — die er nicht als Fertilitätsstörung ansieht, sondern als eine „noch nicht wieder hergestellte Harmonie von Knäuelgröße, Perikarpfestigkeit, Keimgröße und Keimenergie“ —, „durch kritische Selektion in wenigen Generationen ausgerottet wurde.“

Unter den Faktoren, die eine Verminderung des Samenansatzes bei künstlich induzierten Polyploiden verursachen, sind einerseits Störungen beim Übergang zur Haplophase zu nennen; andererseits können die ernährungsphysiologischen Verhältnisse darüber entscheiden, ob sich eine Zygote zum Embryo entwickelt oder vorzeitig stirbt. Der Einfluß derartiger modifizierender Faktoren war Gegenstand von Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird.

Material und Methode

Das tetraploide Material geht auf eine 1952 in Leipzig-Probstheida vorgenommene Colchicin-Behandlung im zweiten Vegetationsjahr zurück, die an den Sorten Strubes Grünköpfige und Deutsche Barres erfolgte. Aus der in C_1 durchgeföhrten Sortenkreuzung ging eine Nachkommenschaft von großer Formenmäandrigkeit hervor. Von diesem Material wurden in verschiedenen Jahren Vertreter der C_2 - bis C_5 -Generation untersucht im Vergleich mit den Ausgangstypen. Als diploide Vergleichssorten dienten neben Strubes Grünköpfiger verschiedene Barres-Typen, letztere als Ersatz für die nicht mehr erhältliche Ausgangssorte Deutsche Barres. Da von dem genannten Material keine hohe C-Generation zur Verfügung stand, wurde 1960 eine tetraploide Familie der Zuckerrübensorte Multa N einbezogen, deren C-Generationshöhe (C_x) nicht genau bekannt war, aber mindestens 10 betrug.

Die Methode der Fertilitätsuntersuchungen bestand in einer Entdeckelung aller Früchte nach kurzem Einquellen der Knäuel. Nachdem zunächst Einzelheiten über die Samenentwicklung in den einzelnen Furchthöhlen registriert wurden, stellten wir in der endgültigen Auswertung lediglich die beiden Alternativen „voll entwickelt“ und „taub“ gegenüber. Dabei wurden alle geschrumpften Samen mit unentwickeltem Nährgewebe zu den tauben gezählt.

Die Umfänge der untersuchten Saatgut-Stichproben betrugen 500 bis 1000 Knäuel. Den Hauptversuchen, deren besondere Methodik später beschrieben wird, lag eine Knäuelzahl von etwa 15000 zugrunde.

1. Unterschiedliche Samenentwicklung unter natürlichen Bedingungen

Die Blüten eines *Beta*-Rüben-Samenträgers sind nicht gleichmäßig mit Nährstoffen versorgt, sondern je nach ihrer Stellung an der Gesamt- und Teilinfloreszenz in der Zuleitung von Nähr- und Wirk-

Tabelle 3. Einfluß der Blütenzahl pro Knäuel auf den Samenansatz (bezogen auf die Gesamtblütenzahl).

2 x-Genomstufe, Samenansatz %

Unters.-Jahr	1956		1961	
	WF ¹	GK ²	WF	GK
einblütige Knäuel	100	95,2	100	—
zweiblütige Knäuel	89,6	88,1	74,0	70,4
dreiblütige Knäuel	81,8	74,6	66,8	67,1
vierblütige Knäuel	76,4	81,8	72,2	59,6

4 x-Genomstufe, WF¹ × GK², Samenansatz %

Unters.-Jahr	1956	1957	1958	1960			1961
	C ₂	C ₂ *	C ₃ *	C ₄ *	C ₅	C ₆	C ₈
einblütige Knäuel	80,0	43,9	53,8	87,0	90,0	79,2	65,6
zweiblütige Knäuel	77,2	31,6	48,5	61,9	61,6	65,7	56,0
dreiblütige Knäuel	75,7	29,4	45,9	55,0	50,5	57,8	54,2
vierblütige Knäuel	75,7	21,5	40,4	55,8	50,9	65,7	57,7

¹ WF = Waldmanns Futterkraft

² GK = Strubes Grünkopfige

* Gesamtergebnisse der „Hauptsproßversuche“ (vgl. S. 321 ff)

stoffen begünstigt oder benachteiligt. Letzteres trifft bei knäuelfrüchtigen *Beta*-Rüben z. B. für die Seitenblüten eines Knäuels zu. Sie entwickeln sich später als die Endblüten und werden durch Abzweigungen des Hauptleitbündels versorgt zu einem Zeitpunkt, zu dem die Endblüte selbst noch einen starken Nährstoffstrom verbraucht. Die mangelhafte Ernährung kann dazu führen, daß die Samenanlagen oder die befruchteten Zygote dieser Blüten absterben. Wenn diese Voraussetzungen zutreffen, müßte eine gerichtete Verteilung der tauben Früchte innerhalb der Rübenknäuel resultieren, ähnlich wie sie WALTHER (1959) bei Ähren von Tetraroggen beobachtete. Der Ansatz ist hier im mittleren Dritteln der Ähre am besten, während nach beiden Enden die Schartigkeit zunimmt.

Wir untersuchten bei *Beta vulgaris*, ob eine gerichtete Verteilung tauber Fruchthöhlen vorliegt und ob sie sich bei Di- und Tetraploiden unterscheidet.

Wie schon betont wurde, sind durch Vereinigung mehrerer Blüten zu einem Knäuel bereits besondere ernährungsphysiologische Verhältnisse geschaffen. Schon die Blütenzahl als solche spielt eine Rolle bei der Beeinflussung der Fertilität. Je weniger Blüten ein Knäuel enthält, desto besser kann jede einzelne mit Nährstoffen versorgt werden. Bei unseren Untersuchungen über den Samenansatz von Knäueln verschiedener Blütegradsstufe wurde tatsächlich im allgemeinen eine Abnahme des Ansatzes von ein- bis zu dreiblütigen Knäueln festgestellt (vgl. Tab. 3).

Bei der vierblütigen Stufe der Teilinfloreszenz war teilweise wieder ein Anstieg der Ansatzprozente zu beobachten, so daß die Gesamtdurchschnittswerte für 3- und 4blütige Knäuel fast die gleichen sind. Zwei Ursachen können für die höhere Fertilität der 4blütigen Knäuel in Frage kommen: 1. Vier- und

höherblütige Knäuel werden nur an Stellen mit besonders günstiger Nährstoffversorgung innerhalb der Gesamtinfloreszenz ausgebildet — vorzugsweise an der Hauptachse. 2. Der zeitliche Abstand in der Aufblühfolge von der ersten bis zur letzten Blüte ist bei stärker verzweigten Teilinfloreszenzen so groß, daß die Samenentwicklung der Endblüte beinahe abgeschlossen sein dürfte, wenn die letzte Blüte mit dieser Entwicklung erst beginnt.

Ein Unterschied zwischen der di- und tetraploiden Genomstufe im Hinblick auf die Beziehung Ansatz/Blütegrad zeichnet sich in unseren Ergebnissen nur in der absoluten Höhe der einzelnen Werte ab, nicht in deren Verhältnis zueinander. — Knäufelfertilität und Samenfertilität verhalten sich gegenläufig, wie Tab. 4 an einem Beispiel zeigt.

Noch stärkere Differenzen als zwischen den Knäueln unterschiedlicher Blütegrad sind — wie oben schon dargelegt wurde — zwischen den Blüten verschiedener Stellung innerhalb eines Knäuels zu erwarten. Die Endblüte des Dichasiums, die sich zuerst entwickelt, ist gegenüber den seitlichen Blüten bevorzugt. Es war zu untersuchen, ob sich diese Ernährungsunterschiede auch im Ansatz äußern und ob sich ihr Einfluß bei Di- und Tetraploiden verschieden auswirkt.

Tabelle 4. Gegenüberstellung von Knäufelfertilität und Blütenfertilität.

(Hauptsproßversuch 1958, Kontrolle)

Blütegrad der Knäuel	% an Knäueln mit mindestens 1 ausgebildeten Samen	% an Blüten mit ausgebildeten Samen
einblütig	53,9	53,9
zweiblütig	75,7	48,9
dreiblütig	82,7	45,6
vierblütig	84,2	41,3

Die Ansatzverhältnisse der End- und Seitenknospen wurden bei 2- und 3blütigen Knäueln beider Genomstufen in verschiedenen Jahren untersucht. Dabei erfolgte die Auswertung auf zwei verschiedene Arten:

A. Direkter Vergleich der Ansatzprozente (wohl ausgebildete Samen mit Nährgewebe) von End- und Seitenknospen. Die Tab. 5 und 6 bringen für Di- und Tetraploide eine Zusammenstellung der Ergebnisse über Gesamt-, End- und Seitenblütenansatz zweiblütiger Knäuel. In den beiden Schlußzeilen sind Verhältniszahlen für den Gesamtansatz der zweiblütigen Knäuel und für die Ansatzprozente an End- und Seitenblüten beider Blütegradsstufen gegeben, wobei der Gesamtansatz der zweiblütigen Knäuel als Bezugsgröße dient. — Auffällig ist bei den Tetraploiden die starke Betonung der Fertilitätsdifferenzen bei Haupt- und Nebenblüten zweiblütiger Knäuel. In der Abb. 1 sind die Ansatzverhältnisse für beide Blütegrads- und Genomstufen graphisch dargestellt. Die dreiblütigen Knäuel der Di- und Tetraploiden weisen fast völlige Übereinstimmung auf, und auch der Streckenzug für zweiblütige diploide Knäuel ist denen für dreiblütige sehr ähnlich. Bei den zweiblütigen Knäueln der Tetraploiden ist jedoch sowohl

Tabelle 5. Blütenstellung und Ansatz bei Diploiden.

Jahr	Sorte	Insgesamt		Prozentualer Ansatz		Seitenblüte	
		2blütig	3blütig	2blütig	3blütig	2blütig	3blütig
1956	WF ¹	89,6	83,1	98,8	89,4	80,3	80,0
	GK ²	88,8	69,3	98,2	84,2	79,4	61,8
1958	WF	75,3	70,0	90,2	76,2	60,4	66,9
	GK	53,8	56,3	69,8	66,4	37,8	51,3
1960	Teut ³	79,8	71,5	91,4	80,6	68,2	67,0
	Barr. ⁴	81,3	80,7	89,0	84,4	73,6	78,9
	H. Zu ⁵	84,7	84,1	88,8	88,4	80,6	81,9
Ø		79,0	73,6	89,5	81,4	68,6	69,7
Relativzahlen		100	93,2	113,3	103,0	86,8	88,2

¹ und ² (vgl. Tab. 3); ³ Teutonia; ⁴ Barres-Typ; ⁵ Halbzuckerrübe.Tabelle 6. Blütenstellung und Ansatz bei Tetraploiden (DB \times GK).

Jahr	Insgesamt		Prozentualer Ansatz		Seitenblüte	
	2blütig	3blütig	2blütig	3blütig	2blütig	3blütig
1956	77,2	74,9	94,4	81,3	60,0	71,7
	43,8	39,7	68,6	45,6	19,0	36,8
1958	45,8	45,0	59,6	51,5	32,0	41,7
	29,0	35,4	47,2	40,4	10,8	32,9
1960	64,0	65,1	82,6	77,2	45,4	59,1
	48,6	46,5	72,8	49,6	24,3	44,9
1957*	62,2	55,3	89,9	69,5	34,5	48,2
	46,9	46,8	79,3	47,5	14,4	46,4
Ø		52,2	51,1	74,3	57,8	30,1
Relativzahlen		100	97,8	142,3	110,7	57,7
						91,4

* Ergebnisse der „Hauptsproßversuche“ (vgl. S. 321 ff.)

der Anstieg der Endknospen in der Fertilität als auch der Abfall der Seitenknospen im Verhältnis zum Gesamtknäuelansatz auf das 3- bis 4fache erhöht. Die Differenzen zwischen den Ansatzprozenten der 2x- und 4x-Stufe der zweiblütigen Knäuel sind bei $P = 0,1\%$ signifikant. Da die Gesamtzahl der untersuchten Knäuel auf der 2x-Stufe 4018 zweiblütige und 2668 dreiblütige, auf der 4x-Stufe entsprechend 7496 und 10942 beträgt, sind repräsentative Stichproben gewährleistet. Der Schluß auf verschiedene geartete ernährungsphysiologische Verhältnisse erscheint demnach berechtigt, obwohl man sich über die Ursache der Beschränkung auf zweiblütige Knäuel keine Vorstellungen machen kann.

B. Durch einen Vergleich der Ansatzverteilung mit der zufallsbedingten Binomialverteilung versuchten wir ebenfalls zu prüfen, ob eine gerichtete Verteilung fertiler und steriler Blüten innerhalb der Knäuel vorliegt. — Bei Voraussetzung gleichmäßiger Reaktion aller Blüten eines Knäuels ergeben sich die Wahrscheinlichkeiten für die Ansatzprozente der verschiedenen inserierten Blüten aus dem Gesamtansatz p der Knäuel-Stichprobe nach dem Binom $(p + q)^a$. Dabei ist p die relative Häufigkeit der Blüten mit entwickelten Samen, $q = 1 - p$ die der Blüten mit tauben Samen und a die Blütenzahl pro Knäuel. So ist z. B. bei zweiblütigen Knäueln die Wahrscheinlichkeit für den Samenansatz bei beiden Blüten p^2 , für den bei einer Blüte $2p q$, gleichmäßig auf End- und Seitenblüte verteilt, also bei jeder Blütenart $1 \cdot p q$; für den Samenansatz bei keiner Blüte schließlich ergibt sich eine Wahr-

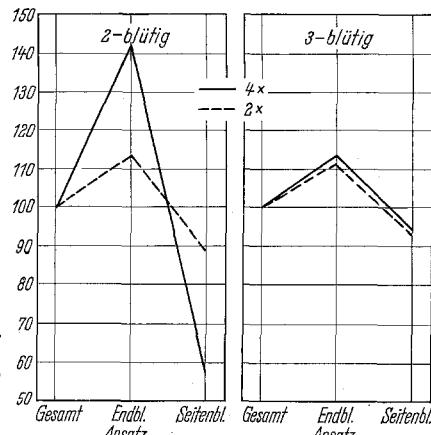


Abb. 1. Ansatzvergleiche Di- und Tetraploide für Gesamtknäuel, End- und Seitenblüten.

scheinlichkeit von $q^2 = (1 - p)^2$. Für dreiblütige Knäuel gelten folgende Ansatzwahrscheinlichkeiten: 3 Samen entwickelt: p^3 ; 2 Samen entwickelt: $3 p^2 q$; 1 Same entwickelt: $3 p q^2$; 0 Samen entwickelt: q^3 .

In den folgenden beiden Schemata ist die Werteverteilung der verschiedenen möglichen Ansatzkombinationen nach den Wahrscheinlichkeitsgesetzen bei Zufallsverteilung dargestellt.

zweiblütige Knäuel

Seitenbl. entw.: p^2
 Seitenbl. taub: $p q$
 Endblüte entw. $\begin{cases} \text{Seitenbl. entw.: } p q \\ \text{Seitenbl. taub: } q^2 \end{cases}$

dreiblütige Knäuel

2 Seitenbl. entw.: p^3
 Endblüte entw. $\begin{cases} 1 \text{ Seitenbl. entw.: } 2 p^2 q \\ 0 \text{ Seitenbl. entw.: } p q^2 \end{cases}$
 Endblüte taub $\begin{cases} 2 \text{ Seitenbl. entw.: } p^2 q \\ 1 \text{ Seitenbl. entw.: } 2 p q^2 \\ 0 \text{ Seitenbl. entw.: } q^3 \end{cases}$

Will man für eine Stichprobe einheitlich zwei- oder dreiblütiger Knäuel einen Vergleich mit den Erwartungswerten nach der Binomialverteilung durchführen, so müssen zunächst sämtliche End- und Seitenblüten auf ihren Samenansatz untersucht werden. Aus den gefundenen Absolutwerten ergeben sich die relativen Häufigkeiten für entwickelte und taube Einzelfrüchte in der Gesamtprobe. Nach diesen p - und q -Werten errechnet man unter Berücksichtigung der zugehörigen Blütenzahl pro Knäuel die Binomialverteilung, wodurch man für jede Befruchtungskombination die relativen Häufigkeiten der Erwartungswerte erhält. Durch Multiplikation mit der Gesamtzahl der untersuchten Knäuel werden endlich die φ -Werte gewonnen, die für den betreffenden Stichprobenumfang und die beobachtete Gesamtfertilität Gültigkeit haben und mit den gefundenen empirischen Werten mittels der χ^2 -Methode verglichen werden können.

Der Rechnungsgang soll an einem Beispiel für zweiblütige Knäuel demonstriert werden.

An 500 zweiblütigen Knäueln der diploiden Sorte Teutonia wurden insgesamt 798 entwickelte Samen festgestellt, das entspricht einer relativen Häufigkeit von 0,798. Gegeben ist: $p = 0,798$; $q = 0,202$; $a = 2$.

Es ergeben sich nach der Binomialverteilung $(p + q)^2$ die relativen Häufigkeiten und nach Multiplikation mit 500 die φ -Werte, denen die f -Werte gegenübergestellt werden:

	rel.H.	φ	f
Endblüte entw. Seitenbl. entw.	$p^2 = 0,637$	318,5	322
Endblüte entw. Seitenbl. taub	$p \cdot q = 0,161$	80,5	135
Endblüte taub Seitenbl. entw.	$p \cdot q = 0,161$	80,5	19
Endblüte taub Seitenbl. taub	$q^2 = 0,041$	20,5	24

Der Vergleich zwischen Erwartungswerten (φ) und empirischen Werten (f) kann nun nach der χ^2 -Methode durchgeführt werden. Bei dem gewählten Beispiel ergibt sich ein χ^2 von 84,53, dem als Tabellenwert für 3 FG und $P = 5\%$ ein solches von 7,81 gegenübersteht. Es ist also eine starke Abweichung von der Erwartung zu beobachten. Bei Vereinigung der beiden mittleren Werte zu $2 \cdot p \cdot q$, d. h. bei Nichtberücksichtigung der Blütenstellung, erhalten wir dagegen ein χ^2 von 0,94, dem ein Tabellenwert von 5,99 gegenübersteht. Die Abweichung von der Erwartung ist somit durch die genannte Vereinigung aufgehoben. In ähnlicher Weise wird bei dreiblütigen Knäueln durch Zusammenfassung aller $p^2 \cdot q$ und $p \cdot q^2$ -Werte in je eine Klasse eine größere Annäherung an die Erwartung erreicht.

Tab. 7 gibt eine Zusammenstellung über das Maß der Angleichung an die Binomialverteilung bei zwei- und dreiblütigen Knäueln in dreijährigen Versuchen an Di- und Tetraploiden. Die χ^2 -Werte sind unter Beachtung der Blütenstellung berechnet. Bei den χ^2_B -Werten blieb die Blütenstellung im Knäuel unberücksichtigt, die Klassenzahl verringerte sich dadurch um 1–2. Zur Prüfung der Annäherung an die Erwartung wurden in den beiden letzten Spalten die Quotienten der χ^2 -Werte mit dem jeweils zugehörigen Tabellen- χ^2 bei $P = 5\%$ und den entsprechenden Freiheitsgraden gebildet. Nur wenn der Wert dieser Quotienten unter 1 liegt, ist eine nur noch zufallsbedingte Abweichung von der Erwartung anzunehmen. Dies ist in 11 von den 26 untersuchten Proben der Fall. Außerdem finden wir Stichproben, bei denen zwar eine mehr oder weniger große Annäherung an die Erwartung erfolgt, aber keine Übereinstimmung erzielt wird. Schließlich sind bei 6 Proben die χ^2 -Werte nach Vereinigung der Klassen gleicher Ansatzzahl weiter von der Erwartung bei Binomialverteilung entfernt als die entsprechenden χ^2_A -Werte. Letzteres trifft vor allem für die diploiden Proben des Jahres 1960 zu, und zwar gleichermaßen für zwei- und dreiblütige Knäuel. Die

Ursachen für dieses abweichende Verhalten, das außerdem noch bei zwei dreiblütigen Proben des Jahres 1958 auftrat, sind unbekannt.

Das gesamte vorliegende Zahlenmaterial läßt keine Schlußfolgerungen auf ein unterschiedliches Verhalten der Di- und Tetraploiden zu.

2. Beeinflussung der Ansatzverhältnisse durch künstliche Eingriffe

Die Untersuchungen über den Samenansatz verschieden inserierter und damit ernährungsphysiologisch unterschiedlich versorger Blüten hatten keine eindeutigen Unterschiede zwischen Di- und Tetraploiden ergeben. Daher versuchten wir auf einem anderen Wege festzustellen, inwieweit die Entwicklung der befruchteten Zygoten von ernährungsphysiologischen Faktoren abhängig ist. Durch einen künstlichen Eingriff wurde ein um das Vielfache verstärkter Nährstoffstrom zu den Teilinfloreszenzen geleitet. Wir gingen dabei von folgender Überlegung aus: Wenn der geringe Samenansatz der Tetraploiden durch ungünstige Ernährungsverhältnisse der jungen Embryonen bedingt oder zumindest mitbedingt ist, dann muß durch eine künstliche Steigerung der Nährstoffzufuhr ein höherer Ansatz erzielt werden. Die Verbesserung der Ernährungsbedingungen erreichten wir nach einer Methode von BAROCKA (1960) durch Entfernen aller Seitensprosse eines Rosettentriebes in einem relativ frühen Entwicklungsstadium. Um vergleichbare Kontrollen zu erhalten, wurden Mutterrüben im zweiten Vegetationsjahr in zwei Hälften verklont und die Klonglieder einzeln in größeren Töpfen unter gleichen Bedingungen angezogen. Nach

Tabelle 7. Vergleich der Samenansatz-Verteilung in zweiblütigen und dreiblütigen Knäueln mit der Binomialverteilung.

Genomstufe	Jahr	Sorte bzw. Probe	χ^2_A	χ^2_B	$\frac{\chi^2_A}{\chi^2 \text{ Tab. } 5\%}$	$\frac{\chi^2_B}{\chi^2 \text{ Tab. } 5\%}$
zweiblütige Knäuel						
2 x	1956	WF	135,12	7,33	17,30	1,22
	1956	GK	172,38	10,36	22,07	1,73
	1958	WF	119,72	0,36	15,33	0,06
	1958	GK	111,60	8,60	14,29	1,44
	1958	Teut.	84,53	0,94	10,82	0,16
	1960	Barr.	95,24	73,95	12,19	12,35
4 x	1960	H. Zu	85,27	72,34	10,92	12,08
	1956	DB \times GK I	120,66	6,32	15,45	1,06
	1956	DB \times GK II	160,06	4,58	20,49	0,76
	1958	DB \times GK I	160,80	0,00	20,59	0,00
	1958	DB \times GK II	264,56	14,51	33,87	2,42
	1958	DB \times GK III	62,43	26,88	7,99	4,49
	1960	DB \times GK I	151,03	0,61	19,34	0,10
	dreiblütige Knäuel					
	1956	WF	30,75	4,34	2,77	0,56
	1956	GK	14,45	3,11	1,30	0,40
	1958	WF	79,03	58,45	7,12	7,48
	1958	GK	162,90	84,41	14,68	10,81
	1958	Teut.	111,27	39,54	10,02	5,06
	1960	Barr.	260,11	252,89	23,43	32,38
	1960	H. Zu	105,91	91,71	9,54	11,74
	1956	DB \times GK I	83,26	0,36	7,50	0,046
	1956	DB \times GK II	24,97	0,77	2,25	0,099
	1958	DB \times GK I	15,86	7,49	1,43	0,96
	1958	DB \times GK II	17,37	4,47	1,56	0,57
	1958	DB \times GK III	155,37	143,92	14,00	18,43
	1960	DB \times GK I	153,24	89,58	13,81	11,47

WF = Waldmanns Futterkraft; Teut. = Teutonia; Barr. = Barres-Typ; H. Zu = Halbzuckerrübe

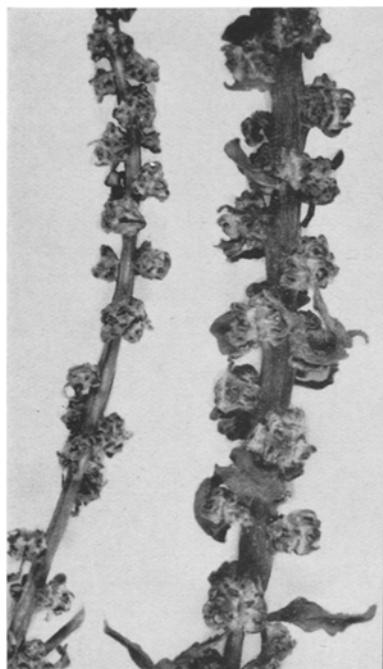


Abb. 2. Hauptsprosse. Links: unbehandelt; rechts: Seitensprosse entfernt.



Abb. 3. Hauptsprosse. Links: unbehandelt; rechts: Seitensprosse entfernt.

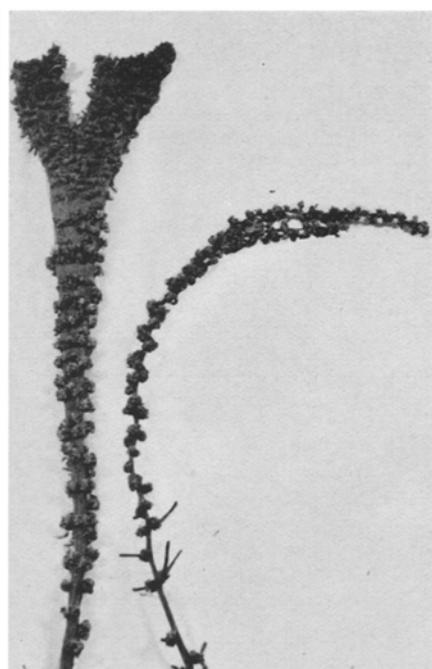


Abb. 4. Hauptsprosse. Links: Seitentriebe entfernt, Verbänderung; rechts: unbehandelt.

Schoßbeginn entfernten wir bei je zwei zugehörigen Klonten die zahlreich erschienenen Rosettentriebe bis auf je einen. Bei der Auswahl der zu belassenden Blütentriebe wurden solche bevorzugt, die möglichst ähnlich in bezug auf Stärke und Entwicklungszustand waren. An einem dieser Triebe entfernten wir nun mit einem scharfen Messer alle Seitenachsen, der Blühsproß der anderen Rübenhälfte blieb unbeschnitten. — In solchen Fällen, wo die Rübenhälften ungleich entwickelt waren und daher keine gleichartigen Triebe aufwiesen, wurden zum Teil innerhalb eines Klongliedes zwei ähnlich entwickelte Blühsprosse zum Versuch verwendet. Im weiteren Verlauf der Blühpériode wurden die verschnittenen Triebe dekapitiert. Ferner wurde an allen Pflanzen jeder neu erscheinende Rosettentrieb sofort ausgebrochen, so daß alle gebildeten Assimilate dem einen Blütentrieb zugute kamen. — Zur Knäuelreife ernteten wir von jedem Klon den verzweigten und den unverzweigten Sproß. An ersterem wurden sämtliche Seitenachsen und die Spitze entfernt, so daß nunmehr zwei vergleichbare Hauptsprosse vorlagen. — Bei allen Paaren war die Achse des künstlich unverzweigt gehaltenen Sprosses kräftiger und die Knäuel größer als die des verzweigten (Abb. 2); zum Teil war auch gleichzeitig eine starke Vergrößerung der Hochblätter zu beobachten (Abb. 3).

In einem der drei Versuchsjahre trat in dem Pflanzenmaterial eine wahrscheinlich genetisch bedingte Neigung zur Verbänderung auf (Abb. 4). Die Penetranz der Anlage für Fasciation scheint durch den künstlichen Eingriff gefördert zu werden.

Im folgenden sollen die Ergebnisse der dreijährigen Versuche besprochen werden.

Die behandelten und unbehandelten Klonglieder wurden in bezug auf Ansatz, Knäuel-

gewicht und Blütigkeit verglichen. Als Grundlage für die Berechtigung eines paarweisen Vergleiches versuchten wir festzustellen, ob die Klone in ihren beiden Teilen ein gleichgerichtetes Verhalten hinsichtlich des jeweils verglichenen Merkmals aufwiesen. Wir bedienten uns dazu des Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN für die beiden Reihen „unbehandelt“ und „behandelt“. Die errechneten Rangkorrelationskoeffizienten waren in allen Fällen höher als die zugehörigen Zufallshöchstwerte nach WEBER (1957); in der Mehrzahl sogar bei $P = 0,1\%$ signifikant von Null verschieden (Tab. 8).

Der wichtigste Vergleich im Rahmen unseres oben genannten Versuchszieles bezog sich auf den Samenansatz. Da von den jeweiligen 2 Klongliedern gepaarte Werte vorlagen, konnte mit der Differenzmethode gearbeitet werden. Es wurde dabei einmal der Samenansatz in allen entwickelten Knäueln verglichen; in einem zweiten Rechnungsgang bezogen wir auch die vollkommen tauben und demzufolge unentwickelten Knäuel, soweit sie noch am Sproß vorhanden waren, in die Untersuchung ein. Die Ergebnisse sind aus Tab. 9 und 10 ersichtlich.

In der Mehrzahl der Versuche ist keine signifikante Erhöhung des Ansatzes infolge der besseren Ernährung der Hauptsproßknäuel festzustellen; einige Versuchsreihen weisen sogar eine Ansatzabnahme durch den Eingriff auf. Das mag z. T. an der Technik der Entfernung der Seitentriebe liegen, die im ersten

Tabelle 8. Rangkorrelationskoeffizienten der „Hauptsproßversuche“.

Verglichenes Merkmal	1957			1958			1960		
	r. Sp.	FG	Sign.	r. Sp.	FG	Sign.	r. Sp.	FG	Sign.
Sa-Ansatz der entw. Knäuel	0,67	22	***	0,63	34	***	0,73	73	***
Sa-Ansatz entw. u. tauber Knäuel	0,74	22	***	0,39	32	*	0,47	73	***
Knäuelgewicht	0,70	22	***	0,35	33	*	0,48	78	***
Ø Blütenzahl pro Knäuel	0,44	22	*	0,54	33	***	0,65	73	***

Tabelle 9. Vergleich der durchschnittlichen Samenansatz-Prozente entwickelter Knäuel bei verzweigten und künstlich unverzweigt gehaltenen Sprossen.

Jahr	n Pflz.	\bar{x}_1 %	\bar{x}_2 %	\bar{d} %	$s_{\bar{d}}$ %	Signifi- kanz
1957	24	27,23	31,69	-4,46	3,14	—
1958	36	43,87	46,39	-2,52	1,97	—
1960	75	56,37	54,93	1,44	1,26	—

* \bar{x}_1 = behandelt; \bar{x}_2 = unbehandelt (auch für die Tab. 10 bis 13 gültig)

Tabelle 10. Vergleich der durchschnittlichen Samenansatz-Prozente unter Einbeziehung tauber Knäuel.

Jahr	n Pflz.	\bar{x}_1 %	\bar{x}_2 %	\bar{d} %	$s_{\bar{d}}$ %	Signifi- kanz
1957	24	19,72	20,11	-0,39	3,11	—
1958	34	38,46	34,22	4,24	2,81	—
1960	75	51,78	46,49	5,29	1,91	*

Versuchsjahr noch nicht so gut beherrscht wurde wie im letzten. Bei Einbeziehung der vollkommen tauben Knäuel in die Berechnung der Ansatzprozente war 1960 bei 75 verglichenen Klonen durchschnittlich ein zwar nicht sehr hoher, aber signifikanter Anstieg des Samenansatzes zu beobachten. Dies zeigt, daß den ernährungsphysiologischen Faktoren nur eine untergeordnete Rolle bei der Entwicklung der befruchteten Zygoten zu lebensfähigen Embryonen zukommt. Der Hauptfaktor bleibt die gestörte Gametenbildung. Wenn nicht einigermaßen ausbalancierte Genome — auch bei abweichenden Chromosomenzahlen — vorhanden sind, bleibt die Entwicklung früher oder später stehen. Wir konnten in den Fruchtknotenhöhlen verschiedene Ausbildungsgrade der Samen unterscheiden, von leicht geschrumpften Samen über solche, bei denen nur die Schale ausgebildet war, bis zu winzigen Gebilden, bei welchen man kaum entscheiden konnte, ob eine eingetrocknete Samenanlage oder eine solche mit befruchteter Zygote vorliegt.

Wirkt sich so die reichliche Versorgung mit Nährstoffen auf den Samenansatz nur wenig fördernd aus, so ist die Wirkung auf die Knäuelmasse um so auffälliger. Hier liegen in allen drei Versuchsjahren hochsignifikante Differenzen zwischen behandelter und unbehandelter Variante vor.

Tabelle 11. Vergleich der durchschnittlichen Knäuelmasse bei verzweigten und künstlich unverzweigt gehaltenen Sprossen.

Jahr	n Pflz.	\bar{x}_1 mg	\bar{x}_2 mg	\bar{d} mg	$s_{\bar{d}}$ mg	Signifi- kanz
1957	24	30,29	21,88	8,41	1,50	***
1958	35	48,27	27,20	21,07	2,33	***
1960	80	75,21	38,08	37,13	2,13	***

Den in Tab. 11 dargestellten Untersuchungsergebnissen lagen Wägungen an ganzen Knäueln vor dem Entfernen der Deckel zugrunde. Wir versuchten aber auch, die Masse von Perikarp und Samen getrennt zu ermitteln. Es sollte dadurch ein Anhaltspunkt gewonnen werden, ob die reichlicher zuströmenden Nährstoffe bei den behandelten Pflanzen tatsächlich den sich entwickelnden Samen zugute kommen oder hauptsächlich eine Perikarpvergrößerung bewirken.

Methodisch gingen wir dabei folgendermaßen vor: Je etwa 50 Knäuel gleicher Blütigkeitsstufe wurden bei 60° etwa 12 Stunden getrocknet und anschließend gewogen. Der Wägung folgte ein halbstündiges Einweichen in Leitungswasser zur Quellung der Deckel, die sich danach gut entfernen ließen. Der trocken gebliebene Samen wurde anschließend — nach Möglichkeit unversehrt — herauspräpariert. Samen und Perikarpien trockneten wir wieder etwa einen Tag lang bei 60°. Zum Schluß erfolgten die getrennten Wägungen; die erste Wägung des Gesamtknäuels diente als Kontrolle, wobei geringfügige Abweichungen auftraten.

Die Differenzen zwischen behandelten und unbehandelten Pflanzen waren in dem 1960 durchgeführten Versuch sowohl bei den Perikarp- als auch bei den Samenmassen hochsignifikant. Der Einfluß besserer Ernährung war jedoch bei Fruchtwand und Samen verschieden stark, wie Tab. 12 zeigt.

Tabelle 12. Vergleich der \varnothing Perikarp- und Samenmassen behandelter und unbehandelter Pflanzen an 2- bis 4blütigen Knäueln, 1960.

Blütig- keit	Knäuel	Perikarp mg*			Samen mg		
		\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_1 : \bar{x}_2$	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_1 : \bar{x}_2$
2	47	41,09	18,66	2,20:1	5,07	3,28	1,55:1
3	53	61,36	29,42	2,09:1	5,05	3,46	1,46:1
4	51	84,72	41,55	2,04:1	5,29	3,74	1,41:1

* Die Gesamtperekarpmassen wurden durch die Blütigkeitszahl dividiert, um die Masse des „Einzelsamenperikaps“ zu schätzen.

Während die Masse der Perikarpien durch den Eingriff eine Verdoppelung erfuhr, war bei der Samenmasse nur ein Anstieg auf etwa das 1,5fache zu beobachten. Es war somit die Förderung des für die generative Fortpflanzung wichtigsten Teiles geringer als die der in dieser Hinsicht bedeutungslosen Fruchtwand.

Der Vollständigkeit halber soll zum Schluß noch eine Tab. 13 über den Einfluß des Eingriffes auf die Blütigkeit der Knäuel beigefügt werden, obwohl sie für unsere Problematik weniger Bedeutung hat.

Tabelle 13. Vergleich der \varnothing Blütenzahl pro Knäuel.

Jahr	n Pflanzen	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{d}	$s_{\bar{d}}$	Signifi- kanz
1957	24	2,44	2,39	0,05	0,07	—
1958	35	2,70	2,54	0,16	0,08	*
1960	80	3,221	3,223	0,002	0,03	—

Der starke Einfluß des Eingriffes auf die Blütigkeit, den BAROCKA (1957, 1960) festgestellt hatte, konnte in unserem Material — wohl wegen der Entfernung der Seitentriebe in einem späteren Entwicklungsstadium — nicht bestätigt werden.

Zusammenfassung

1. Ziel der Arbeit war, zu prüfen, inwieweit die Fertilität multikarper *Beta*-Rüben der di- und tetraploiden Stufe von ernährungsphysiologischen Faktoren abhängig ist.

2. Als Maß für die Fertilität wurde der Anteil an wohl ausgebildeten Samen bezogen auf die Gesamtzahl der Fruchthöhlen einer Saatgutprobe herangezogen.

3. Mit zunehmender Blütenzahl pro Knäuel wurde im allgemeinen bei di- und tetraploiden Knäueln eine Abnahme des Samenansatzes beobachtet.

4. Beim Vergleich der Ansatzprozente verschieden inserierter Blüten am Knäuel zeichnet sich eine Überlegenheit der ernährungsphysiologisch besser versorgten Endblüten gegenüber den Seitenblüten ab. Bei zweiblütigen Knäueln sind die Unterschiede zwischen End- und Seitenblüten auf der tetraploiden Stufe stärker ausgeprägt als auf der diploiden.

5. Auch der Vergleich des Samenansatzes zwei- und dreiblütiger Knäuel mit den entsprechenden Binomialverteilungen zeigt unter Beachtung der Blütenstellung starke Differenzen hinsichtlich der Bevorzugung der Endblüte. Durch Nichtberücksichtigen der Blütenstellung ergibt sich eine mehr oder weniger starke Angleichung an die Binomialverteilung. Unterschiede zwischen Di- und Tetraploiden zeichnen sich in unserem Material nicht ab.

6. Der Einfluß ernährungsphysiologischer Faktoren auf den Samenansatz wurde ferner durch Eingriffe an tetraploiden Klonpflanzen geprüft. Von zwei gleichartig entwickelten Blütentrieben eines Klons wurden jeweils an einem alle Seitentriebe entfernt. Die ernährungsmäßig besser versorgten Knäuel des verbliebenen Haupttriebes wurden zum Schluß des Versuches mit jenen des entsprechenden Triebes vom verzweigten gebliebenen Sproß verglichen. Obwohl in 3jährigen Versuchen die Knäuelmassen der behandelten Sprosse denen der unbehandelten hochsignifikant überlegen waren, konnte nur im letzten Versuchsjahr ein signifikant besserer Samenansatz beobachtet werden. Den ernährungsphysiologischen Faktoren ist demnach keine große Bedeutung bei der gesenkten Fertilität tetraploider *Beta*-Rüben zuzusprechen.

Für die technische Durchführung der Versuche möchte ich an dieser Stelle Fräulein KUNZE, ferner Frau KNAUF und Frau LEHNERT herzlich danken.

Literatur

1. ABEGG, F. A.: Evaluation of polyploid strains derived from curly-top resistant and leafspot-resistant sugarbeet varieties. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Techn. 3, 309-320 (1942). — 2. ABEGG, F. A., D. STEWART and G. H. COONS: Further studies on sugar beet autotetraploids. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Techn. 4, 223-229 (1946). — 3. BAROCKA, K. H.: Untersuchungen an Blüte, Knäuel und Infloreszenz von Zucker- und Futterrübenpflanzen. Dissertation, Leipzig 1957. — 4. BAROCKA, K. H.: Untersuchungen an Blüte und Knäuel von *Beta*

vulgaris L. Z. Pflanzenzüchtg. 42, 51-67 (1959). — 5. BAROCKA, K. H.: Die Variabilität des Fruchtmerkmals Mehrblütigkeit von *Beta vulgaris* L. Z. Pflanzenzüchtg. 43, 377-389 (1960). — 6. BARTL, K., P. CURTH, H. E. FISCHER und H. SCHNEIDER: Untersuchungen über die Keimfähigkeit von polyploidem Zuckerrübensaatgut. Zucker 10, 142-147 und 163-168 (1957). — 7. BORNSCHEUER, E.: Der Einfluß pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Stecklings- und Samenträgerentwicklung sowie Samenertrag und Saatgutqualität bei der Zuckerrübe. Zucker-Beihete 4, 27-54 (1960). — 8. BORNSCHEUER, E.: Bericht über Feldversuche mit unterschiedlichen Saatgutformen bei Zuckerrüben. Zucker 15, 390-395 (1962). — 9. CSAPODY, G.: Adatok a különöző ploidiaszú cukorrepamag csirazásbiolójához. (Einige Daten zur Keimungsbiologie der Zuckerrübensamen verschiedener Ploidiestufen.) Növenyn. es Növenyt. Kut. Int. Közlem. 1, 149-176 (1961). — 10. ECKHOFF, G.: Derzeitige Qualität des deutschen Zuckerrübensaatgutes. Zucker 13, 579-582 (1960). — 11. FILUTOWICZ, A.: Aneuploidy i ich znaczenie w hodowli roślin. Zeszyty problemowe Postepow Nauk Rolniczych, zeszyt 1, 91-103, Warszawa (1956a). — 12. FILUTOWICZ, A.: Poliploidalne buraki cukrowe. Zeszyty problemowe Postepow Nauk Rolniczych, zeszyt 1, 105-112, Warszawa (1956b). — 13. FILUTOWICZ, A.: Results of monogerm sugar beet breeding in Poland. Report 26th Winter Congress Brüssel, 227-232 (1963). — 14. HEINISCH, O.: Die Keimfähigkeit des Zuckerrübensaatgutes, ihre Bedeutung und die sie beeinflussenden Faktoren. Z. f. Zuckerindustrie 8, 63-67 und 118-123 (1958). — 15. KLOEN, D., and G. J. SPECKMANN: The creation of tetraploid beets II. Selection in the first generation (the C₁) from the treated material. Euphytica 3, 35-42 (1954). — 16. KLOEN, D., and G. J. SPECKMANN: The creation of tetraploid beets. IV. Morphological and physiological characteristics of C₂ beets. Euphytica 5, 308-322 (1956). — 17. KNAPP, E.: *Beta*-Rüben (bes. Zuckerrüben). In: Handbuch der Pflanzenzüchtung 2. Aufl. Bed. 3, 196-284 (1957). — 18. MAGASSY, L.: Adatok a poliploid *Beta* répák megtérmekekére jéléséhez es pollen vizsgálatához (On the fertility and pollen viability of polyploid „Beta“ beets). Növenytermelés 10, 133-144 (1961). — 19. MATSUMURA, S. (edit.): Improvement of sugar beets by means of triploidy (japan. mit engl. Zusammenfassung). Biol. Res., Tokyo, No. 14 (134 S.) (1953). — 20. RUSCONI-CAMERINI, G.: Aspetti citologici e genetici relativi alla costituzione di barbabietole poliploidi. Ann. Sper. Agrar. 12, 1249-1264 (1958). — 21. SAVITSKY, H.: A genetic study of monogerm and multigerm characters in beets. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Techn. 7, 331-338 (1952). — 22. SCHLÖSSER, L. A.: Die Züchtung verholzungsfreier Zuckerrüben. Zucker 14, 343-346 (1961). — 23. SEDLMAYR, K.: Polyploide Zuckerrüben. Bodenkultur 8, 235-243 (1955). — 24. SIMON, M., R. WAUTHY et N. ROUSSEL: L'intérêt des variétés polyploides de betterave sucrière. Publ. de vulg. de l'Inst. Belge pour l'Amél. de la Betterave, 15-25 (1957). — 25. WALTHER, F.: Fertilitätsuntersuchungen beim Roggen. Z. Pflanzenzüchtg. 41, 1-32 (1959). — 26. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. 3. Aufl. Jena 1957.