

(Aus der Zweigstelle Baden (Rosenhof bei Ladenburg a. N.) des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung, ERWIN-BAUR-Institut.)

## Untersuchungen an polyploiden Pflanzen.

### I. Feldversuche mit diploiden und autotetraploiden Nutzpflanzen.

(Senf, Rübsen, Ölrettich, Rettich, Grünkohl, Weißkohl, Wirsing und Chicoree.)

Von F. SCHWANITZ.

Mit 7 Textabbildungen.

Eine beträchtliche Anzahl unserer Nutzpflanzen ist polyploid. Über den Zeitpunkt, an dem die zur Polyploidie führende Genommutation erfolgt ist, können wir nur in wenigen Fällen bestimmte Angaben machen. In den meisten Fällen dürfte er weit zurückliegen. In den letzten Jahren ist nun wiederholt die Leistungsfähigkeit derartiger „alter“ Polyploider mit der Produktionskraft ihrer diploiden Ausgangseltern verglichen worden. Es hat sich dabei herausgestellt, daß diese „alten“ Polyploiden den diploiden Elternarten hinsichtlich des Ertrages in der Regel ganz offenbar stark überlegen sind. Die Vermehrung der Chromosomenzahl hat hier also ersichtlich die Leistungsfähigkeit der Pflanze gesteigert und damit auch ihren wirtschaftlichen Wert beträchtlich erhöht. Wir dürfen danach also die Polyploidie als wichtigen Weg zur Erhöhung der Leistungen unserer Kulturpflanzen ansehen.

Unter diesen Umständen ist es von größter Wichtigkeit, festzustellen, wie sich der Ertrag der künstlich hergestellten Polyploiden zu dem der Ausgangsformen verhält. Eine derartige Untersuchung kann nur an einem genügend großen Material schlüssige Resultate ergeben. Das mit Hilfe der Colchicinmethode hergestellte polyploide Pflanzenmaterial wurde daher stets solange vermehrt, bis genügend Saatgut zur Verfügung stand, um die Leistungsfähigkeit der polyploiden Pflanzen im Feldversuch mit der nötigen Sicherheit prüfen zu können. Von einer Ausnahme abgesehen, wurde zur Vermeidung von Inzuchtschäden stets darauf gesehen, daß das Ausgangsmaterial genügend umfangreich war. Da es sich bei unseren Pflanzen in allen Fällen um Fremdbestäuber handelte, erfolgte die Vermehrung stets durch freies Abblühen.

In früheren Arbeiten (SCHWANITZ 1941, 1942, MÜNDLER u. SCHWANITZ 1942) konnte bereits über einige derartige Untersuchungen berichtet werden. Wie damals erschien es auch bei den vorliegenden Untersuchungen wichtig, die Düngung als die am leichtesten zu verändernde Außenbedingung zu variieren, um festzustellen, ob die Tetraploiden ein anderes Düngungsoptimum besitzen als die Diploiden. Es wurden ferner in mehreren Fällen die Pflanzen zu den verschiedenen Entwicklungszeiten geerntet und der Anteil der einzelnen morphologischen Komponenten am Gesamtertrag bestimmt. Auf diese Weise konnte ein Bild des Entwicklungsablaufes und der Ertragsstruktur erhalten werden. Die Ergebnisse einer ersten derartigen Untersuchung über die Entwicklung der diploiden und der tetraploiden Senfpflanze sind bereits früher veröffentlicht worden (SCHWANITZ 1942).

Die Versuchsfelder hatten in allen Fällen Lehmboden (Stufe L der Reichsbodenschätzung). Bei der Aussaat wurde stets das 1000-Korngewicht und die Keimfähig-

keit berücksichtigt, so daß bei Diploiden und Tetraploiden stets die gleiche Zahl keimfähiger Samen auf die gleiche Fläche kam. Die bei Feldversuchen üblichen Vorsichtsmaßnahmen (Trennreihen, Randstreifen usw.) wurden sorgfältig beachtet. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach den üblichen statistischen Methoden (JOHANNSEN 1926, JUST 1935, HONCAMP 1931, TEDIN 1941). Zur Errechnung von P wurden die Tafeln von KOLLER (1940) sowie die von PATAU (1943) veröffentlichten t-Tafeln benutzt. Die mittleren Fehler wurden stets durch  $t \cdot m$  ausgedrückt, wobei die t-Werte der im Buch von KOLLER angeführten Tafel entnommen wurden; die Werte  $t \cdot m$  entsprechen also dem dreifachen mittleren Fehler bei unendlich großer Zahl von Einzelmessungen. Für die Angabe der Sicherung der Differenzen zwischen zwei Werten bedienen wir uns der von PIRSCHKE angeführten Zeichen:  $xxxP < 0,0027$ ,  $xxP 0,0027$  bis  $0,01$ ,  $xP 0,01$ — $0,05$ ,  $^0P 0,05$ — $0,1$ ,  $^{00}P > 0,1$ .

#### Gelber Senf (*Sinapis alba* L.).

Ertragsversuche mit gelbem Senf wurden 1942 und 1943 durchgeführt. Das diploide Ausgangsmaterial war eine von der Firma HEINEMANN in Erfurt bezogene Handelssorte. Für die Versuche wurde das diploide Saatgut jeweils frisch von HEINEMANN bezogen. Das tetraploide Saatgut stammt von Pflanzen dieser Sorte, die im Jahre 1938 durch Besprühen mit 0,5%iger Colchicininlösung tetraploid gemacht worden waren. Die Versuche wurden in beiden Jahren in Langreihen angelegt. Es wurde stets sowohl der Ertrag an Grünmasse wie der Kornertrag bestimmt.

Im Jahre 1942 wurde für das diploide Saatgut ein 1000-Korngewicht von 4,47 g, für die tetraploiden Samen ein solches von 8,71 g gefunden. Die Teilstücke waren 6 m<sub>1</sub> (3 × 2 m) groß, der Reihenabstand betrug 25 cm. Die Aussaat erfolgte am 1. 4. Das Auflaufen trat bei den 2 n-Parzellen am 10. 4., bei den 4 n-Parzellen am 8. 4. ein. Der Grünschnitt wurde am 1. 6., die Samen-ernte am 17. 7. vorgenommen. Die Aussaatmenge betrug 12 kg/ha für die diploiden Parzellen, bei den Tetraploiden war sie entsprechend größer. Der Versuch stand nach Ölkürbis. Als Grunddüngung wurde 2 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 3 dz/ha Thomasmehl gegeben. Die Hälfte der Teilstücke erhielt nur diese Grunddüngung, die andere Hälfte empfing dazu noch eine Stickstoffgabe in Gestalt von 5 dz/ha Kalkammonsalpeter. Das gesamte Versuchsfeld wurde in der Ost-Westrichtung in zwei Teile geteilt. Auf dem einen Teilstück wurden die Pflanzen vom Aufgang bis zum Blühbeginn gegen Erdflöhefraß mit einem Derrispräparat (Contra-halticinea) immer wieder bestäubt; der andere Teil des Versuchsfeldes blieb unbehandelt. Jeder Einzelversuch wurde in vierfacher Wiederholung angelegt. Tabelle 1 und 2 zeigen die Ergebnisse.

Man sieht deutlich, daß der Ertrag an Grünmasse (Tab. 1) zu Beginn des Blühens bei den beiden Valenzstufen gleich ist. Auffallend, bei einer so stickstoffbedürftigen Pflanze wie dem Senf jedoch ohne weiteres verständlich, ist die starke Förderung des Ertrages durch die Stickstoffdüngung. Ein Unterschied in der Größe der durch die Stickstoffgabe hervorgerufenen Ertragssteigerung besteht zwischen den beiden

Valenzstufen nicht. Die Bekämpfung der Erdflöhe führt nur zu einer geringen, nicht gesicherten Erhöhung der Erträge an Grünmasse.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Ernte der Grünmasse offenbart sich im Samenertrag ein sehr bedeutender Unterschied zwischen den diploiden und den tetraploiden Pflanzen (Tab. 2). Hier beträgt in den Parzellen, bei denen keine Bekämpfung der

Zeit der Blüte genau so groß war wie bei den ungeschädigten Pflanzen, blieb in der reproduktiven Phase eine starke Schädigung der im Keimlingsstadium verstümmelten Pflanzen erhalten. Diese drückte sich in einer deutlichen Verminderung der Samenerträge aus, und zwar war auch hier das Ausmaß der Ertragsverminderung bei den tetraploiden Pflanzen wesentlich stärker als bei den diploiden.

Tabelle 1. Gelber Senf. Ertrag an Grünmasse von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Erdflöhebekämpfung in kg pro Parzelle. (Vierfache Wiederholung.)

Erdflöhebekämpfung	Stickstoffdüngung	Valenz	M	$\pm tm$	2 n = 100	ungedüngt = 100	Erdflöhe nicht bekämpft = 100
Nicht bekämpft	Ohne zusätzliche N-Gabe	2 n	7,775	0,695	100	100	100
		4 n	7,876	1,735	101 <sup>00</sup>	100	100
	Mit zusätzlicher N-Gabe	2 n	15,093	1,689	100	194 <sup>xxx</sup>	100
		4 n	15,546	1,860	103 <sup>00</sup>	197 <sup>xxx</sup>	100
Bekämpft	Ohne zusätzliche N-Gabe	2 n	8,879	1,370	100	100	114 <sup>00</sup>
		4 n	8,085	3,429	91 <sup>00</sup>	100	103 <sup>00</sup>
	Mit zusätzlicher N-Gabe	2 n	16,176	4,277	100	182 <sup>xxx</sup>	107 <sup>00</sup>
		4 n	15,496	3,462	96 <sup>00</sup>	192 <sup>xxx</sup>	100 <sup>00</sup>

Erdflöhe vorgenommen wurde, der Kornertag der tetraploiden Pflanzen nur etwa die Hälfte des Ertrages der diploiden. Die zusätzliche Stickstoffdüngung wirkt sich auf den Samenertrag bei weitem nicht so förderlich aus wie auf den Ertrag an Grünmasse. Die Bekämpfung der Erdflöhe hat eine gesicherte Steigerung des Samenertrages zur Folge; besonders stark tritt dies bei den Tetraploiden in Erscheinung. Dieser Befund ist um so auffälliger, als sich bei der Ernte der Grünmasse ja deutlich gezeigt hatte, daß hier die

Die hier beschriebenen Erscheinungen lassen sich wohl so deuten, daß die Pflanze die durch die Schädigung im Jugendstadium hervorgerufene Verzögerung in der vegetativen Entwicklung vollständig wieder ausgleicht und etwa bis zum Eintritt des Blühens die gleiche Menge an vegetativer Masse erzeugt, die sie zu dieser Zeit auch ohne die erlittenen Beschädigungen besitzen würde. Der Blühbeginn wird nach unseren Feststellungen durch die Schädigung der Jungpflanzen nicht beeinflusst, das Blühen setzt bei

Tabelle 2. Gelber Senf. Samenertrag von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung und Erdflöhebekämpfung in g pro Parzelle. (Vierfache Wiederholung.)

Erdflöhebekämpfung	Stickstoffdüngung	Valenz	M	$\pm tm$	2 n = 100	ungedüngt = 100	Erdflöhe nicht bekämpft = 100
unbestäubt	Ohne zusätzliche N-Gabe	2 n	441	139	100	100	100
		4 n	224	126	50,8 <sup>xxx</sup>	100	100
	Mit zusätzlicher N-Gabe	2 n	729	126	100	165 <sup>xxx</sup>	100
		4 n	325	46	44,6 <sup>xxx</sup>	145 <sup>xxx</sup>	100
mit Contra-Halticinaea bestäubt	Ohne zusätzliche N-Gabe	2 n	539	99	100	100	122 <sup>xxx</sup>
		4 n	345	23	64,0 <sup>xxx</sup>	100	154 <sup>xxx</sup>
	Mit zusätzlicher N-Gabe	2 n	793	66	100	147 <sup>xxx</sup>	109 <sup>xxx</sup>
		4 n	511	60	64,4 <sup>xx</sup>	148 <sup>x</sup>	148 <sup>00</sup>

Bekämpfung der Erdflöhe einmal keine wesentliche Erhöhung der Erträge hervorzurufen vermag und daß sie sich zum anderen bei den Diploiden stets ein wenig günstiger auswirkt als bei den Tetraploiden. Dieses Verhalten findet eine gewisse Parallele in einer früheren Untersuchung (SCHWANITZ 1942), in der der Einfluß des Entferns der Keimblätter auf die Senfpflanze geprüft wurde. Auch hierbei hatte sich gezeigt, daß die durch die Verstümmelung der Keimpflanze hervorgerufene Schädigung bewirkte, daß die betroffenen Pflanzen zunächst in ihrer Entwicklung zurückblieben. Diese Hemmung der vegetativen Entwicklung wurde im Laufe der Zeit jedoch allmählich wieder beseitigt. Obwohl so die Produktion an vegetativer Substanz bei den geschädigten Pflanzen zur

den geschädigten Pflanzen genau so früh ein wie bei den ungeschädigten. Zu Beginn der Blühperiode haben jedoch die ungeschädigten Pflanzen ihre volle vegetative Entwicklung bereits erreicht, die geschädigten Pflanzen dagegen haben im gleichen Zeitpunkt den Aufbau ihrer vegetativen Organe gerade erst abgeschlossen. Im ersten Falle kann die Pflanze daher bis zum Beginn des Blühens noch eine erhebliche Menge an Reservestoffen anhäufen, in letzterem Falle dagegen geht sie mit wesentlich geringeren oder sogar keinen Reserven in die reproduktive Phase ein. So wird es verständlich, daß trotz der zu Blühbeginn gleichen Menge an vegetativer Substanz der Samenertrag der geschädigten Pflanzen wesentlich unter dem der ungeschädigten liegt. Es scheint sich hier

also eine Beziehung zwischen der Fertilität der Pflanze und der Menge der Assimilate, die ihr zur Verfügung stehen, abzuzeichnen. Diese Zusammenhänge werden in einer späteren Arbeit, die sich mit der Sexualität der Tetraploiden beschäftigt, eingehender behandelt werden. Daß sich die Bekämpfung der Erdflöhe bei den Tetraploiden günstiger auswirkt als bei den Diploiden, bzw. daß bei ihnen die Schädigung durch Entfernen der Keimblätter bzw. durch Erdflöhfraß einen stärkeren Abfall der Samenproduktion hervorruft, dürfte auf der geringeren Entwicklungsgeschwindigkeit der Tetraploiden beruhen. Diese bewirkt, daß nach einer Schädigung die völlige Ausbildung der vegetativen Masse bei den Tetraploiden wesentlich später erreicht wird als bei den Diploiden, so daß sie noch weniger Reservestoffe bilden können als diese.

Bemerkenswert ist noch, daß im Jahre 1942 das Blühen bei den Tetraploiden um 4–5 Tage früher begann als bei den Diploiden. Bei den Versuchen des nächsten Jahres und bei weiteren kleineren Versuchen in den folgenden Jahren konnte ein derartiger Unterschied nicht wahrgenommen werden, vielmehr setzte in allen diesen Versuchen der Blühbeginn bei den Diploiden und den Tetraploiden völlig gleichzeitig ein.

Die Ertragsversuche mit gelbem Senf wurden 1943 wiederholt. Die Aussaat für die Bestimmung des Samenertes erfolgte am 30. 4.; die Saat war am 6. 5. in beiden Valenzstufen aufgelaufen. Die Ernte wurde am 5. 8. vorgenommen. Die Parzellengröße betrug in diesem Falle 12 m<sup>2</sup> (1,5 × 8 m), der Reihenabstand 30 cm. Das 1000-Korngewicht des diploiden Saatgutes war 5,76 g, das des tetraploiden Materials 7,10 g. Der Versuch stand nach Hafer. Als Grunddüngung war 1,8 dz je ha 40%iges Kalidüngesalz, 1,8 dz/ha Thomasmehl und 1,5 dz/ha Kalkammonsalpeter gegeben worden, dazu kam zusätzlich noch 1,2 dz/ha Ammonsulfat. Die Aussaatmenge betrug für das diploide Saatgut 16 kg/ha. Der Versuch war in 16 Wiederholungen angelegt.



Abb. 1. Blütenstand von diploidem (rechts) und tetraploidem Sprengelrübse.

Der Samenertrag ( $M \pm t \times m$ ) betrug 0,686 ± 0,175 kg für die diploiden, 0,231 ± 0,340 kg für die tetraploiden Parzellen. Trotz des großen mittleren Fehlers ist der Unterschied gesichert.

Die Aussaat für die Prüfung des Ertrages an Grünmasse erfolgte am 20. 8., die Ernte am 8. 10. Die Parzellengröße war 9 m<sup>2</sup> (3 × 3 m) Die Reihenentfernung betrug 40 cm. Die Aussaatstärke betrug 13 kg/ha. Der

Versuch war in 10 Wiederholungen angelegt. Vorrucht waren Frühkartoffeln. Die Düngung bestand in 150 dz je ha Stallmist, ferner 1,2 dz/ha Thomasmehl, 1,2 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 1,0 dz/ha Kalkammonsalpeter.

Der Schnitt erfolgte kurz vor dem Blühbeginn. Der Ertrag ( $M \pm t \times m$ ) der diploiden Parzellen betrug 21,2 ± 1,27 kg, der der tetraploiden 21,3 ± 1,39 kg.

Die Versuche des Jahres 1943 erbrachten damit also im wesentlichen das gleiche Ergebnis wie die Versuche des Vorjahres: die diploiden und tetraploiden Pflanzen zeigen eine gleiche Produktion an Grünmasse, dagegen ist der Samenertrag der tetraploiden sehr erheblich — auf etwa ein Drittel der Samenproduktion der diploiden — abgesenkt.

#### Sprengelrübse (*Brassica rapa* L. var. *oleifera* Metzger).

Ein Ertragsversuch mit diploidem und tetraploidem Sprengelrübse konnte erstmalig im Versuchsjahr 1942/43 durchgeführt werden. Das tetraploide Saatgut stammte aus einer Hochzucht, die von der Firma WISSINGER, Berlin bezogen worden war. Durch Bepinseln der Vegetationsspitzen von Keimpflanzen mit wäßriger Colchicinlösung (0,5%) im Herbst 1939 war im Frühjahr 1940 eine größere Anzahl von tetraploiden Ausgangspflanzen gewonnen worden. Das tetraploide Pflanzenmaterial wurde so lange vermehrt, bis genügend Saatgut für einen größeren Feldversuch vorhanden war. Vorrucht war Sommergerste. Als Grunddüngung wurde im Herbst 1942 2 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 2 dz/ha Thomasmehl, im Februar 1943 3 dz/ha Kalkammonsalpeter gegeben. Das 1000-Korngewicht der Diploiden betrug 2,98 g, das der Tetraploiden 4,62 g. Die Aussaatstärke betrug 8 kg/ha für das diploide Saatgut. Die Aussaat wurde am 15. 9. vorgenommen, der Aufgang erfolgte bei beiden Valenzstufen gleichmäßig am 20. 9.

An diesem Material sollte zuerst einmal der Entwicklungsablauf analysiert werden. Zu diesem Zwecke wurden in regelmäßigen Zeitabständen je 500 diploide und tetraploide Pflanzen geerntet und der Anteil der einzelnen morphologischen Komponenten am Gesamtertrag gewichtsmäßig analysiert. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 wiedergegeben.

Es ist daraus einmal zu ersehen, daß die tetraploiden Pflanzen bis zu dem Zeitpunkt, in dem sie in vollster Blüte stehen, abgesehen von einem Erntetermin (3. 12.), stets einen um 75–85% höheren Gesamtertrag aufzuweisen haben als die diploiden. Mit dem Abblühen und dem Einsetzen der Reifungsvorgänge gleichen die Erträge der diploiden und der tetraploiden Pflanzen einander stärker an.

Betrachtet man dann den Anteil der einzelnen Pflanzenteile am Zustandekommen des Gesamtertrages, so fällt zunächst ins Auge, daß der Anteil der Blüten- und Fruchtsprosse am Gesamtertrag bei den Tetraploiden stets erheblich geringer ist als bei den Diploiden. Diese Erscheinung konnte bereits früher bei gelbem Senf beobachtet werden (SCHWANITZ 1942). Bereits damals wurde sie von uns als Ausdruck einer Verminderung der Sexualität bei den polyploiden Pflanzen gewertet.

Hinsichtlich des Anteils der Blätter, Stengel und Wurzeln an der Gesamtmasse findet sich zwischen Diploiden und Tetraploiden keinerlei Verschiedenheit.

Dagegen ist die durchschnittliche Blattzahl bei den Diploiden in der Regel ein wenig höher als bei den Tetraploiden. Beim Blattgewicht liegen die Verhältnisse jedoch gerade umgekehrt: die tetraploiden Blätter sind ganz bedeutend — bis zu 100% — schwerer als die diploiden. In dieser Gewichtszunahme drückt sich vor allem die Zunahme der Blattgröße bei den Tetraploiden aus.

ist. Die verschiedene Stärke der Düngergabe wirkt sich auf den Samenertrag nur recht gering aus, die gefundenen Unterschiede sind nicht gesichert. Die Tatsache, daß sich 1943 im Samenertrag zwischen diploiden und den tetraploiden Pflanzen keinerlei Unterschiede zeigen, steht nun keineswegs im Gegensatz zu der oben getroffenen Feststellung, daß die Sexualität bei den tetraploiden Rübsenpflanzen

Tabelle 3. Erträge von diploiden und tetraploiden Sprengelrübsen (n = 500); Frischgewicht. Morphologische Analyse der Pflanzen zu verschiedenen Zeiten.

Erntetermin	Valenz	Gesamt-ertrag		Blüten- und Fruchtsprosse		Stengel		Blätter		Wurzeln		Blattzahl M ± t · m	Einzelblattgewicht g
		g	n = 100	g	(%)	g	(%)	g	(%)	g	(%)		
14. 10.	2 n	300	100	—	—	—	—	275	(88,3)	35	(11,7)	2,03 ± 0,045	0,2
	4 n	530	175	—	—	—	—	480	(90,6)	50	(9,4)	1,96 ± 0,042 <sup>xxx</sup>	0,4
3. 12.	2 n	2400	100	—	—	—	—	2070	(86,2)	330	(13,8)	2,85 ± 0,038	1,3
	4 n	2900	121	—	—	—	—	2360	(81,4)	540	(18,6)	2,35 ± 0,032 <sup>xxx</sup>	1,8
16. 3.	2 n	2278	100	—	—	193	(8,5)	1774	(77,8)	311	(13,7)	5,05 ± 0,067	0,7
	4 n	4102	180	—	—	387	(9,4)	3175	(77,4)	535	(13,0)	4,90 ± 0,064 <sup>00</sup>	1,2
29. 3. (Schossen)	2 n	4568	100	195	(4,3)	1743	(38,2)	2150	(47,1)	480	(10,5)	7,18 ± 0,114	0,7
	4 n	8510	186	325	(3,8)	2740	(32,2)	4580	(53,8)	865	(10,2)	7,11 ± 0,103 <sup>00</sup>	1,4
16. 4. (In voller Blüte)	2 n	7005	100	595	(8,5)	4100	(58,5)	1720	(24,6)	590	(8,4)	8,42 ± 0,108	0,5
	4 n	12 270	175	940	(7,7)	6800	(55,4)	3500	(28,5)	1030	(8,4)	7,71 ± 0,111 <sup>xxx</sup>	1,0
6. 5.	2 n	9640	100	4030	(41,8)	4000	(41,5)	750	(7,8)	860	(8,9)	—	—
	4 n	11 715	122	3660	(31,2)	6080	(51,9)	925	(7,9)	1050	(8,9)	—	—
23. 6.	2 n	6235	100	2125	(34,1)	3075	(49,3)	—	—	1038	(16,6)	—	—
	4 n	7928	127	2340	(29,5)	4450	(56,1)	—	—	1138	(14,4)	—	—

Ferner wurden bei diesem Versuch am 16. 4. und am 6. 5. die Blütenstände und die Fruchtstände der Hauptsprosse und der Seitensprosse getrennt gewogen. Am 16. 4., während die Pflanzen noch in voller Blüte standen, betrug der gewichtsmäßige Anteil der Seitensprosse an der Gesamtmasse der Blütensprosse bei den Diploiden 40%, bei den Tetraploiden 44%. Bei der nächsten Ernte am 6. 5. änderte sich dieses Verhältnis: die Seitensprosse waren bei den Diploiden jetzt zu 50%, bei den Tetraploiden dagegen nur zu 42% an dem Gesamtgewicht der Fruchttriebe beteiligt. Die Ursache für dieses bei den Tetraploiden beobachtete Absinken des Anteils der Seitensprosse an der Gesamtheit der Fruchttriebe wird im Zusammenhang mit der Behandlung der Sexualität der Polyploiden erörtert werden.

Der Kornertrag wurde im Feldversuch bestimmt. Die Parzellengröße betrug 24 qm (4 × 6 m), die Zahl der Wiederholungen 5; der Reihenabstand war 30 cm. Der Versuch wurde mit zwei verschiedenen Düngergaben angelegt, und zwar wurde einmal die normale Grunddüngung (siehe oben), zum anderen aber eine doppelt so starke Düngergabe verabreicht. Die Jugendentwicklung im Herbst 1942 war sehr üppig. Eine Schädigung trat im Winter nicht ein. Während des Blühens zeichneten sich die Parzellen mit den tetraploiden Pflanzen schon von weitem durch etwas höheren Wuchs sowie durch stärkere Färbung — diese bedingt durch die Größe und die leuchtende Farbe der Blüten — aus. Ein Unterschied im Eintritt des Blühtermins bei den beiden Valenzstufen konnte nicht wahrgenommen werden. Die Ernte erfolgte am 21. 6. Tab. 4 gibt den mittleren Samenertrag je Teilstrecke wieder.

Aus den erhaltenen Zahlen geht eindeutig hervor, daß der Samenertrag bei beiden Valenzstufen gleich

herabgesetzt sei. Es muß nämlich berücksichtigt werden, daß die Tetraploiden den Diploiden in der Produktion an vegetativer Masse ja ganz erheblich überlegen sind. Eine gleiche Samenproduktion beider Valenzstufen bedeutet also, daß bei den Tetraploiden die Menge der erzeugten Samen in einem wesentlich schlechteren Verhältnis zur Grünmasse steht als bei den Diploiden, kurz, daß die Sexualität bei den Tetraploiden vermindert ist. Ferner muß aber auch noch berücksichtigt werden, daß das 1000-Korngewicht der Tetraploiden ganz wesentlich höher ist als das der Diploiden. Damit aber verschiebt sich hier — wie auch beim gelben Senf — das Verhältnis zwischen der Samenerzeugung der diploiden und der tetraploiden Pflanzen noch wesentlich stärker zu ungunsten der tetraploiden als aus der gewichtsmäßigen Bestimmung des Samenertrages hervorgeht.

Tabelle 4. Samenertrag (in kg) von diploiden und tetraploiden Sprengelrübsen bei verschiedener Düngung.

	Valenz	n	M	t · m	2 n = 100	normale Düngung = 100
Normale Düngung	2 n	5	3,592	±0,435	100	100
	4 n	5	3,630	±0,940	101 <sup>00</sup>	100
Starke Düngung	2 n	5	3,716	±0,645	100	103 <sup>00</sup>
	4 n	5	4,030	±0,942	108 <sup>00</sup>	111 <sup>00</sup>

Der Ertragsversuch mit Rübsen wurde 1943/44 wiederholt. Der Versuch stand nach Frühkartoffeln. Die Düngung bestand in 50 dz/ha Stallmist, 2 dz/ha Thomasmehl, 2 dz/ha 40%igem Kalidüngesalz und 1,5 bzw. 3 dz je ha Kalkammonsalpeter. Eine zweite, doppelt so starke Stickstoffgabe sollte zum Frühjahr gegeben werden, diese zweite Gabe mußte jedoch unterbleiben. Die Parzellengröße betrug 18 m<sup>2</sup> (3 × 6 m), der Reihenabstand 30 cm. Das 1000-Korngewicht der 2 n-Pflanzen

war 2,75 g, das der 4 n-Pflanzen 4,25 g. Der Versuch war mit normaler und mit verdoppelter Stickstoffdüngung angelegt. Die Zahl der Wiederholungen betrug 5. Die Aussaat erfolgte am 12. 9. 1943, die Ernte der Grünmasse am 3. 5. 1944, die Samenernte am 21. 6. 1944.

Im Gegensatz zum Vorjahr war die Witterung des Jahres 1943/44 für die Entwicklung der Rübsenpflanzen recht ungünstig. Kälte und Trockenheit hemmten sowohl das Wachstum der Pflanzen im Herbst wie auch ihre Weiterentwicklung im Frühjahr. Dazu kam noch eine starke Schädigung durch Rapsglanzkäfer, die auch durch wiederholte Bekämpfung nur teilweise zu beheben war. Daß die Ertragsminderung, die wir in diesem Jahre beobachten konnten, vor allem auf mangelnde Feuchtigkeit zurückzuführen ist, zeigte ein besonders gut fertiler tetraploider Stamm, der auf dem gleichen Versuchsfeld in einer etwas feuchteren Senke stand, nahezu normale Samenerträge erbrachte, während diese im Versuch selbst sowohl bei den Diploiden wie bei den Tetraploiden ganz ungewöhnlich niedrig lagen.

Tabelle 5. Ertrag an Grünmasse (in kg) von diploidem und tetraploidem Rübsen (1944).

	Valenz	n	M	t. m
Schwache Düngung	2 n	5	22,480	±0,59
	4 n	5	22,980 <sup>00</sup>	±5,08
Stärkere Düngung	2 n	5	23,260	±3,02
	4 n	5	22,860 <sup>00</sup>	±0,59

Tab. 5 zeigt die Ergebnisse des Grünschnittes. Im Gegensatz zu dem Versuch des Vorjahres fällt zunächst auf, daß die Produktion der Pflanzen an Grünmasse in beiden Valenzstufen und zwar sowohl bei der schwächeren wie bei der stärkeren Düngung völlig gleich ist. Bemerkenswert ist es ferner, daß sich kein Einfluß der erhöhten Düngergabe auf den Ertrag an Grünmasse nachweisen läßt.

Tabelle 6. Samenertrag (in kg) von diploidem und tetraploidem Rübsen (1944).

	Valenz	n	M	t. m	2 n = 100	schw. Düngung = 100
Schwache Düngung	2 n	5	1,14	0,44	100	100
	4 n	5	0,62	0,22	54 <sup>xxx</sup>	100
Stärkere Düngung	2 n	5	1,35	0,66	100	119 <sup>00</sup>
	4 n	5	0,90	0,33	67 <sup>xx</sup>	145 <sup>xx</sup>

Den Samenertrag gibt Tab. 6 wieder. Wir finden hier im Gegensatz zu den Ergebnissen des Vorjahres bei den tetraploiden Pflanzen einen wesentlich geringeren Samenertrag als bei den diploiden. Beziehen wir jedoch den Samenertrag beider Jahre auf den Ertrag der dazugehörigen Grünmasse, so läßt sich leicht feststellen, daß die Ertragsminderung der Tetraploiden in der reproduktiven Phase in beiden Jahren annähernd gleich geblieben ist. Der Samenertrag scheint demnach bei diesem Objekt unter sonst gleichen äußeren Verhältnissen von der Menge der erzeugten Grünmasse abzuhängen. Die Abschwächung der Sexualität ist bezeichnenderweise bei den doch recht verschieden ernährten Pflanzen völlig

unverändert. Bei dem gleichen Versuch fällt ferner auf, daß durch die stärkere Düngung eine zum Teil nicht unerhebliche Steigerung der Samenerträge eingetreten ist, während, wie oben angeführt wurde, eine Erhöhung der Grünmasse als Folge der höheren Düngergaben nicht beobachtet werden konnte. Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese merkwürdige Erscheinung darauf zurückführt, daß die Pflanzen infolge der Trockenheit die höhere Düngergabe nicht zum Aufbau größerer vegetativer Masse ausnutzen konnten, daß sich die stärkere Düngung jedoch auf den Samenertrag förderlich auswirken konnte, sei es nun, daß die stärker gedüngten Pflanzen ihre vegetative Entwicklung früher abschließen und daher mehr Reservestoffe anhäufen konnten, sei es, daß infolge der höheren Stickstoffgabe ihre Blätter später abstarben und daher länger assimilieren konnten.

Das unterschiedliche Verhalten der Rübsenpflanzen in den beiden Versuchsjahren läßt sich zwanglos als Folge der außerordentlich unterschiedlichen Witterung der beiden Versuchsjahre deuten. Die schnelle und üppige Jugendentwicklung sowie ungewöhnlich günstige weitere Entfaltung der Pflanzen im ersten Versuchsjahr haben es den Tetraploiden ermöglicht, die ihnen gegebene Befähigung zum Aufbau einer größeren vegetativen Masse voll auszunützen. Daher war es den tetraploiden Pflanzen im ersten Versuchsjahr möglich, eine wesentlich größere vegetative Masse aufzubauen, als es die diploiden vermochten. Die Folge dieser höheren Produktion an vegetativer Substanz war, daß die Tetraploiden trotz ihrer verminderten Sexualität gewichtsmäßig einen genau so großen Samenertrag hatten wie die Diploiden. Im folgenden Jahre verwehrt die Ungunst der Witterung den Tetraploiden die Auswirkung ihrer Befähigung zu erhöhter Produktion organischer Substanz. Die vegetative Masse der Diploiden und Tetraploiden war gleich. Da das Ausmaß der Sexualitätsminderung völlig unverändert blieb, mußte der Samenertrag der Tetraploiden in diesem Jahre zwangsläufig ganz erheblich unter dem Ertrag der Diploiden liegen.

#### Ölrettich (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzger).

Das bei diesen Versuchen verwendete polyploide Material stammte aus Handelssaatgut der Firma WISSINGER, Berlin, das im Jahre 1939 mit Colchicin behandelt worden war (Bepinseln von Keimpflanzen mit 0,5%iger Lösung). Das zum Vergleich herangezogene diploide Handelssaatgut wurde stets neu von der gleichen Firma bezogen. Eine Prüfung des Ertrages konnte im Jahre 1942 durchgeführt werden. Der Versuch stand nach Ölkürbis. Als Grunddüngung wurde 2 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 2 dz/ha Thomasmehl gegeben. Ein Teil der Parzellen empfing darüber hinaus noch eine zusätzliche Düngung bestehend in 1 dz/ha 40%igem Kalidüngesalz und 5 dz/ha Kalkammonsalpeter.

Auf einem Teil der Fläche, die nur die Grunddüngung erhalten hatte, war diploides und tetraploides Material in gleicher Aussaatstärke wie beim Ertragsversuch ausgedrillt worden. Die Pflanzen dieser Parzellen sollten zur Analyse der morphologischen Zusammensetzung der Pflanzen zu den verschiedenen Entwicklungszeiten dienen. Infolge

ungünstiger Witterungsverhältnisse konnte diese Untersuchung nur zu zwei verschiedenen Ernteterminen an je 500 diploiden und tetraploiden Pflanzen vorgenommen werden. Tab. 7 zeigt die Ergebnisse.

1000-Korngewicht des diploiden Materials war 13,9 g, das des tetraploiden Saatgutes 17,0 g. Die Aussaat erfolgte am 11. 4. 1942. Das Auflaufen trat bei den Erdflöhe vorgenommen. Ein erster Grünschnitt von

Tabelle 7. Ölrettich: Morphologische Entwicklung der Pflanze.

Erntetermin	Valenz		Gesamtgewicht	Gewicht d. Blüten-sprosse	Blätter	Stengel	Wurzeln	Blattzahl	Einzelblattgewicht
			kg	kg	kg	kg	kg	M ± t. m	g
2. 6. 42	2 n	Absolute Zahlen	5,383	0,480	2,315	2,090	0,490	7,04 ± 0,129	6,6
	2 n	Verhältniszahlen	100	8,9	43,0	38,8	9,1		
	4 n	Absolute Zahlen	7,855	0,850	4,065	2,180	0,760	6,65 ± 0,138 <sup>00</sup>	12,2
	4 n	Verhältniszahlen	100	10,8	51,8	27,8	9,7		
22. 6. 42	2 n	Absolute Zahlen	10,015	7,055	0,660	1,850	0,450		
	2 n	Verhältniszahlen	100	70,4	6,6	18,5	4,5		
	4 n	Absolute Zahlen	13,840	7,490	2,450	2,260	1,640		
	4 n	Verhältniszahlen	100	54,1	17,7	16,3	11,8		

Wir sehen hier einmal, daß die Tetraploiden vor allem bei dem ersten Erntetermin, der zu Beginn des Blühens erfolgte, nicht unerheblich mehr an vegetativer Masse produziert haben als die Diploiden, daß diese Überlegenheit der Tetraploiden aber bei der nächsten Ernte, bei weiterem Fortschreiten der reproduktiven Phase, bereits merklich nachgelassen hat. Hinsichtlich des relativen Anteils der Blütenorgane an der Gesamtproduktion zeigt sich bei der ersten Ernte kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Valenzstufen. Bei der nur 4 Wochen später erfolgten zweiten Ernte ist jedoch der Anteil der Blütenorgane an der Gesamtproduktion bei den Tetraploiden bereits ganz wesentlich niedriger als bei den Diploiden, ein Ausdruck für die bei den Polyploiden üblichen Herabsetzung der Sexualität. Die Blattmasse ist bei den Tetraploiden sowohl absolut wie bei Bezug auf den Gesamtertrag wesentlich größer als bei den Diploiden. Die Blattzahl ist bei den Tetraploiden etwas kleiner, doch ist der Unterschied nicht gesichert. Dagegen ist das Blattgewicht bei den Tetraploiden etwa doppelt so groß wie bei den Diploiden. Wie schon beim Rübsen betont wurde, ist diese gewichtsmäßige Zunahme als Ausdruck der Vergrößerung der Blattfläche infolge der Polyploidie anzusehen. Besonders interessant ist das Verhalten der Wurzeln. Bei der ersten Ernte ist der Anteil der Wurzeln an der Gesamtproduktion bei Diploiden und Tetraploiden annähernd gleich. Bei der zweiten Ernte dagegen ist der Anteil der Wurzeln am Gesamtgewicht bei den Tetraploiden etwa 2 1/2 mal so groß wie bei den Diploiden. Die Wurzelmasse ist, wie die absoluten Zahlen zeigen, bei den Diploiden in der Zeit von der ersten bis zur zweiten Ernte etwa gleich geblieben oder hat vielleicht sogar ein wenig abgenommen; bei den Tetraploiden dagegen hat sie sich verdoppelt. Diese eigenartige Verschiedenheit im entwicklungsphysiologischen Verhalten der beiden Valenzstufen hat, wie wir gleich sehen werden, eine außerordentlich tiefgreifende Bedeutung für den Lebensablauf der Pflanze.

Bei dem im gleichen Jahre durchgeführten Ertragsversuch war eine Parzellengröße von 12 qm (4 × 3 m) und ein Reihenabstand von 40 cm gewählt worden. Die Aussaatstärke betrug für das diploide Saatgut 15 kg/ha. Die Zahl der Wiederholungen war 6. Das

Parzellen mit diploiden Pflanzen am 20. 4., bei den mit tetraploiden am 19. 4. ein. Wie bei dem Versuch mit gelbem Senf im gleichen Jahre wurde auch hier bei der Hälfte der Teilstücke eine Bekämpfung der



Abb. 2. Blütenstand von diploidem (links) und tetraploidem Ölrettich.

je 3 Teilstücken erfolgte am 4. 6. Es zeigten sich hier jedoch so große Schwankungen und Unregelmäßigkeiten, daß dieser Schnitt nicht ausgewertet werden konnte. Das Ergebnis eines zweiten Schnittes am 19. 6. zeigt Tab. 8.

Tabelle 8. Ölrettich. Ertrag (in kg) an Grünmasse bei diploiden und tetraploiden Pflanzen, bei unterschiedlicher Düngung und Erdflöhbekämpfung.

Erdflöhbekämpfung	Düngung	Valenz	M	t. m	2 n	unge-	nicht
					= 100	düngt	be-
					= 100	= 100	stäubt
							= 100
Nicht bestäubt	ohne Düngung	2 n	22,7	± 3,3	100	100	100
		4 n	25,4	± 11,7	112 <sup>00</sup>	100	100
	Mit Zusatzdüngung	2 n	35,4	± 6,5	100	156 <sup>xx</sup>	100
		4 n	42,0	± 10,7	119 <sup>xx</sup>	165 <sup>xx</sup>	100
bestäubt	ohne Düngung	2 n	24,6	± 7,3	100	100	108 <sup>00</sup>
		4 n	29,4	± 13,2	119 <sup>00</sup>	100	116 <sup>00</sup>
	Mit Zusatzdüngung	2 n	42,3	± 8,3	100	172 <sup>x</sup>	119 <sup>x</sup>
		4 n	50,3	± 0,2	119 <sup>00</sup>	171 <sup>x</sup>	120 <sup>x</sup>

Wir sehen hier einen geringen Mehrertrag der tetraploiden Pflanzen, der im wesentlichen mit den bei der Analyse der Pflanzen beobachteten Verhältnissen übereinstimmt. Die durch Bekämpfung der Erd-

Tabelle 9. Ölrettich. Samenertrag (in kg) von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei verschiedener Düngung und Erdflöhebekämpfung.

Erdflöhebekämpfung	Düngung	Valenz	M	t · m	2 n = 100	unge-düngt = 100
Nicht bestäubt	ohne Düngung	2 n	0,683	±0,186	100	100
		4 n	0,468	±0,186	69 <sup>xx</sup>	100
	gedüngt	2 n	1,108	±0,328	100	162 <sup>xxx</sup>
		4 n	0,792	±0,176	71 <sup>xxx</sup>	169 <sup>xxx</sup>
bestäubt	ohne Düngung	2 n	0,685	±0,240	100	100
		4 n	0,467	±0,118	68 <sup>xx</sup>	100
	gedüngt	2 n	1,105	±0,235	100	161 <sup>xxx</sup>
		4 n	0,683	±0,127	62 <sup>xxx</sup>	146 <sup>xxx</sup>

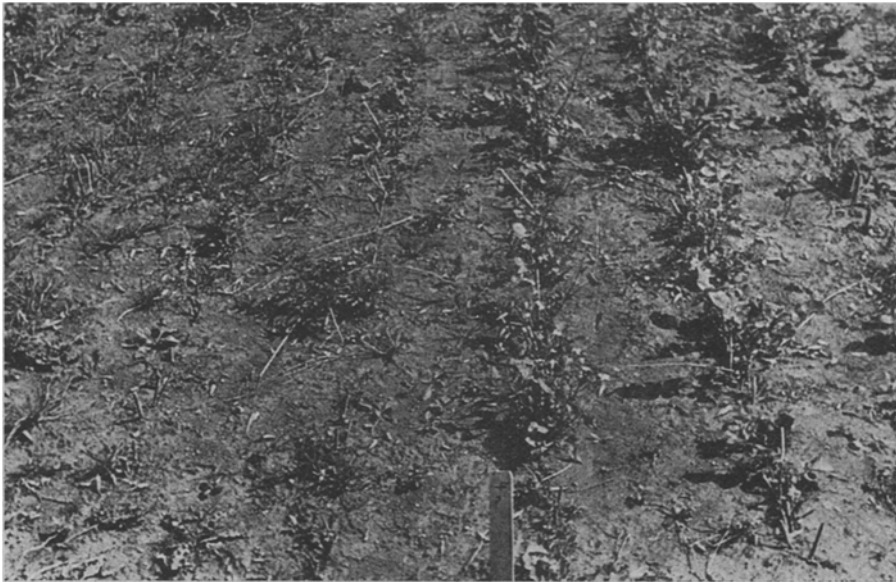


Abb. 3. Stoppel von diploidem (links) und tetraploidem (rechts) Ölrettich. Nur der tetraploide Ölrettich treibt nach dem Schnitt wieder aus.

flöhe hervorgerufene Ertragssteigerung entspricht etwa dem Unterschied, der sich in der Produktion an Grünmasse zwischen Diploiden und Tetraploiden feststellen läßt. Ein Unterschied in der durch die stärkere Düngung hervorgerufenen Ertragssteigerung besteht zwischen den beiden Valenzstufen nicht. Die Samenernte erfolgte am 12. 8. von je 6 Wiederholungen. Die Ergebnisse sind aus Tab. 9 zu ersehen.

Auch hier findet sich ein erhebliches Absinken der Samenerträge bei den Tetraploiden. Bei der Samenproduktion zeigt sich hinsichtlich der durch die stärkere Düngung hervorgerufenen Ertragssteigerung kein Unterschied zwischen Diploiden und Tetraploiden. Die Bekämpfung der Erdflöhe ist ohne jede Wirkung auf den Samenertrag geblieben. Es ist dies vielleicht eine Folge der längeren Entwicklungsdauer des Ölrettichs, die es dieser Pflanze stärker als dem schneller zum Blühen und Fruchten kommenden Senf erlaubt, in der Jugend erlittene Schäden bis zum Abschluß der reproduktiven Phase wieder auszugleichen.

Nach dem Grünschnitt sowohl wie auch der Samenernte zeigt sich bei diesem Versuch eine merkwürdige Erscheinung. Während nämlich die diploiden Pflanzen in sämtlichen Teilstücken vollständig abstarben, besaßen die tetraploiden eine auffallende Regenerationsfähigkeit. Sie trieben aus den Stoppeln in Kürze neue Sprosse hervor, die sich rasch wieder zu ausgewachsenen Pflanzen entwickelten (Abb. 3 und 4). Auf diese Weise war es möglich, von den 6 Teilstücken mit tetraploiden Pflanzen, bei denen ein Grünschnitt vorgenommen war, noch eine annähernd normale Samenernte zu erzielen. Der Samenertrag ( $M \pm t \times m$ ) betrug nämlich bei den ungedüngten Parzellen  $0,553 \pm 0,185$  kg, bei den gedüngten Parzellen  $0,855 \pm 0,117$  kg. Von den Parzellen, die bereits eine Samenernte geliefert hatten, konnte andererseits noch ein Grünschnitt geerntet werden. Der mittlere Ertrag je Teilstück betrug hier  $15 \pm 3,5$  kg.

Es konnte nun ganz in Übereinstimmung mit den Beobachtungen, die bei der morphologischen Analyse der Pflanzen gemacht worden waren, festgestellt werden, daß die tetraploiden Pflanzen im Gegensatz zu den diploiden mehr oder minder stark verdickte Wurzeln besaßen. Zur eingehenderen Klarlegung dieser Verhältnisse wurde im folgenden Jahre ein Aussaatzeitversuch in 40 cm Reihenabstand ausgelegt. Die Düngung zu diesem Versuch bestand in 3 dz/ha Thomasmehl, 1,2 dz/ha Kainit und 1,5 dz/ha Natronsalpeter. Von den verschiedenen Aussaatzeiten waren infolge ungewöhnlich starken Befalls der ganz jungen Keimpflänz-

chen durch Erdflöhe nur 2 Aussaatzeiten zu verwenden.

Aus den Ergebnissen dieses Versuchs (Tab. 10) ist zu ersehen, daß die zu dem früheren Termin aus-

Tabelle 10. Ölrettich: Schoßneigung von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei verschiedenen Aussaatterminen.

Aussaat-termin	Valenz	Geschoßte Pflanzen					Nicht geschoßte Pflanzen				
		Wurzel					Wurzel				
		Klein	mittel-klein	mittel-groß	groß	sehr groß	klein	mittel-klein	mittel-groß	groß	sehr groß
21. 4.	2n	943	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	4n	745	62	17	3	5	40	24	14	2	1
13. 5.	2n	459	—	—	—	—	2	—	—	—	—
	4n	23	6	5	3	1	159	153	192	60	41

gesäten diploiden Pflanzen sämtlich ohne Verdickung der Wurzel schossen und blühen. Die entsprechenden Tetraploiden weisen dagegen einen nicht unbeträchtlichen Anteil an ungeschoßten Pflanzen auf. Bei

diesen, aber auch bei den geschoßten Pflanzen fand sich zum Teil eine recht beachtliche Verdickung der Wurzel. Diese Erscheinungen sind bei den Pflanzen des zweiten Aussaattermins noch ganz wesentlich verstärkt worden. Während auch hier die diploiden Pflanzen durchweg geschoßt sind, bildet die ganz überwiegende Zahl der tetraploiden nur Rosetten. Darüber hinaus weist die Mehrzahl aller tetraploiden Pflanzen eine mehr oder minder starke Verdickung der Wurzel auf.

Fassen wir die Beobachtungen aus allen drei Versuchen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: Bei genügend frühzeitiger Aussaat kommen die diploiden und tetraploiden Pflanzen des Ölrettichs gleichzeitig zum Blühen. Vom Beginn der Blühperiode an beginnt jedoch bei den Tetraploiden eine Verdickung der Wurzeln einzusetzen; die diploiden Wurzeln dagegen bleiben unverändert. Diese Verdickung der Wurzeln und die damit verknüpfte Anhäufung größerer Mengen von Assimilaten macht es den Tetraploiden möglich, aus der Stoppel wieder neu auszutreiben, was den Diploiden infolge der völligen Erschöpfung der Wurzel und der Sproßbasis an Reservestoffen nicht gelingt. Durch die Polyploidie ist hier also offenbar der Ölrettich aus einer einjährigen in eine ausdauernde Pflanze umgewandelt worden.

Dieser Vorgang, der offenbar nicht vereinzelt dasteht (DE VRIES 1906, GATES 1913, 1915, RANDOLPH 1931, MANTON 1935, HAGERUP 1939), scheint auf den ersten Blick sehr schwer deutbar. Man könnte einmal denken, daß die Ursache der Verdickung der Wurzel bei den Tetraploiden in einer spontanen Bastardierung zwischen tetraploidem Ölrettich und dem gleichfalls von uns angebauten tetraploiden Münchener Bierrettich besteht. Gegen diese Annahme spricht jedoch die Tatsache, daß diese beiden Formen von *Raphanus sativus* bei uns stets so weit räumlich isoliert zum Abblühen gekommen sind, daß eine so starke Bastardierung, wie sie hier vorliegen müßte, undenkbar ist. Ferner spricht gegen eine solche Annahme auch die Tatsache, daß beim Bierrettich die fleischige Wurzel beim Abblühen in der Mehrzahl der Fälle sowohl bei den Diploiden wie auch bei den Tetraploiden zum Absterben kommt. Vor allem aber muß auch auf die Tatsache hingewiesen werden, daß bei einer spontanen Kreuzung zwischen Rettich und Ölrettich sich in der Nachkommenschaft des gewöhnlichen Rettichs die Folgen einer solchen Bastardierung sehr deutlich hätten zeigen müssen. Dies war jedoch nicht der Fall.

Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß durch die Polyploidie ein Wechsel im photoperiodischen Verhalten der Pflanze eingetreten ist. Für eine solche Annahme scheint das Auftreten der vielen Pflanzen mit Rosettenbildung bei dem zweiten Aussaattermin des Aussaatzeitversuchs zu sprechen. Andererseits

muß darauf hingewiesen werden, daß im Jahre 1942 sowohl beim Ertragsversuch wie bei den Pflanzen, die für die morphologische Analyse angebaut wurden, diploide und tetraploide Pflanzen gleichzeitig zum Blühen kamen und daß, wie die morphologische Analyse zeigt, die Verdickung der Wurzel erst im Verlauf des Blühens eintrat. Dieser Befund deutet darauf hin, daß hier zum mindesten nicht allein eine Erscheinung des Photoperiodismus vorliegt. Vielmehr dürfte das eigenartige Verhalten der tetraploiden Pflanzen auf wesentliche Änderungen des Stoffwechsels der Pflanze zurückgehen. Eine eingehende Erörterung dieser Frage kann jedoch erst in einer späteren Veröffentlichung über die Sexualität der Polyploiden gebracht werden, da die Beurteilung dieser Erscheinung die Kenntnis verschiedener durch die Polyploidie hervorgerufener Veränderungen im physiologischen Verhalten der Pflanze voraussetzt.



Abb. 4. Ölrettich. Nach einem Grünschnitt wieder ausgetriebener und bereits wieder blühender tetraploider Ölrettich (im Hintergrund). Vorn Versuchspartelle mit diploidem Ölrettich, der zur gleichen Zeit geerntet wurde und nicht austrieb.

Münchener Bierrettich (*Raphanus sativus* L. var. *major* A. Voss).

Über einen Feldversuch mit Münchener Bierrettich hatten wir bereits früher berichtet (MÜNDLER und SCHWANITZ 1942). Im Jahre 1942 wurde auf der gleichen Versuchsfläche, auf der der Ertragsversuch mit Ölrettich stand, und bei der gleichen Grunddüngung diploides und tetraploides Saatgut von Münchener Bierrettich bei 40 cm Reihenabstand am 2. 6. ausgesät. Von diesem Material wurden je 500 Pflanzen zu verschiedenen Zeiten geerntet und auf ihren morphologischen Aufbau hin untersucht. Die Ergebnisse sind aus Tab. 11 zu ersehen.

Für das Gesamtgewicht zeigt sich hier zunächst ganz deutlich eine wesentlich üppigere Entwicklung der Tetraploiden vor allem bei der ersten, aber auch noch bei der zweiten Ernte. Diese stärkere Massenproduktion der Tetraploiden im Jugendstadium hatte sich schon früher einmal bei der Bestimmung des Ertrages getriebener diploider und tetraploider Kresse gezeigt (SCHWANITZ 1941). Wie damals bereits gezeigt wurde, ist diese bessere Entwicklung der Tetraploiden im Jugendstadium leicht damit zu erklären, daß den Polyploiden infolge der Größe ihrer Samen



wesentlich mehr Reservestoffe zur Verfügung stehen als den Diploiden, so daß sie für ihre Entwicklung zunächst einen wesentlich besseren Start haben als diese. Die beiden nächsten Ernten zeigen nur eine ganz geringe Mehrproduktion der Tetraploiden an

Tabelle 11. Münchener Bierrettich: morphologische Entwicklung diploider und tetraploider Pflanzen zu verschiedenen Ernteterminen.

Erntetermin	Valenz	Gesamtgewicht g	Blattmasse g	Wurzeln g	Blattzahl	Einzelblattgewicht g
1. 7.	2 n	2 425	2150	275	1211	1,5
	4 n	4 210	3 745	405	1105	2,9
	2 n	100	88,7	11,3		
	4 n	100	89,0	11,0		
5. 8.	2 n	41 210	21 800	19 410	2965	7,2
	4 n	60 450	29 350	31 100	2950	9,7
	2 n	100	52,9	47,1		
	4 n	100	48,6	51,4		
8. 9.	2 n	109 870	32 670	77 200	3218	9,8
	4 n	117 630	31 330	86 300	2834	10,7
	2 n	100	29,7	70,3		
	4 n	100	26,6	73,4		
8. 10.	2 n	134 900	25 100	109 800	3000	8,0
	4 n	148 000	27 900	120 100	2725	9,9
	2 n	100	18,6	81,4		
	4 n	100	18,9	81,1		
30. 10.	2 n	154 500	24 000	130 500	3050	7,9
	4 n	197 500	28 000	169 500	2800	9,6
	2 n	100	15,5	84,5		
	4 n	100	14,2	85,8		

vegetativer Masse, bei der letzten Ernte läßt sich dann jedoch wieder eine nicht unbeachtliche Entwicklungsförderung für die Tetraploiden feststellen. Blattmasse und Wurzeln haben bei Diploiden und Tetraploiden auf allen Entwicklungsstadien etwa den gleichen Anteil am Gesamtertrag. Die Blattzahl ist bei den Tetraploiden etwas geringer, das Einzelblattgewicht etwas größer als bei den Diploiden.

Im Jahre 1943 wurde ferner mit Münchener Bierrettich in dreifacher Wiederholung, nochmals ein Düngungsversuch mit drei verschiedenen Düngergaben angelegt. Vorfrucht waren Rüben. Die Grunddüngung bestand in 150 dz/ha Stallmist. Ein Drittel der Versuchspartzellen hatte nur diese Grunddüngung erhalten, ein weiteres Drittel hatte 1 dz/ha Kainit und 0,5 dz/ha Ammonsulfat, das letzte Drittel schließlich hatte 3 dz/ha Kainit und 1,5 dz/ha Ammonsulfat erhalten. Die Größe der Teilstücke betrug 7,2 m<sup>2</sup> (3 × 2,40 m), der Reihenabstand 40 cm. Die Aussaat erfolgte am 20. 6., die Ernte am 10. 10. Die Fehlstellen wurden, wie in allen diesen Versuchen, nach der Methode HENRICH'S verrechnet (HONCAMP 1931).

Das Ergebnis dieses Versuches (Tab. 12) zeigt völlige Übereinstimmung mit den Resultaten des bereits früher veröffentlichten Ertragsversuchs mit diploidem und tetraploidem Münchener Bierrettich. Die Blatt- und Wurzelträge der beiden Valenzstufen zeigen auch in diesem Versuch keinerlei Unterschiede. Eine unterschiedliche Ausnützung der Düngergaben kann auch in diesem Versuch nicht festgestellt werden.

Schließlich wurde im Jahre 1944 von je 200 Rettichen das Einzelgewicht bestimmt. Das mittlere Gewicht der Einzelrübe betrug bei den Diploiden 502, bei den Tetraploiden 525 g. Der Unterschied war auch hier nicht gesichert.

Die hier angeführten Versuchsergebnisse zeigen völlige Übereinstimmung der beiden Valenzstufen

untereinander sowie mit den Befunden des bereits früher veröffentlichten Feldversuchs. Es ergibt sich daraus, daß der Ertrag der Tetraploiden an vegetativer Masse dem der Diploiden gleich oder doch nur wenig größer als dieser ist.

Tabelle 12. Münchener Bierrettich: Ertrag diploider und tetraploider Pflanzen bei verschiedener Düngung.

(Wegen der geringen Zahl der Wiederholungen sind nur die einfachen m-Werte wiedergegeben.)

Düngung	Valenz	Gesamtgewicht	Blattgewicht		Wurzelgewicht	
			M	m	M	m
Ungedüngt	2 n	86,8	48,3	±3,1	38,5	+1,6
	4 n	86,8	49,0 <sup>00</sup>	+1,8	37,8 <sup>10</sup>	±1,1
Normale Düngung	2 n	91,4	51,7	±4,4	39,7	±1,7
	4 n	96,8	53,9 <sup>00</sup>	±2,3	42,9 <sup>00</sup>	±3,4
Starke Düngung	2 n	116,7	68,2	±3,1	48,5	±2,3
	4 n	112,4	66,0 <sup>00</sup>	±4,8	46,4 <sup>00</sup>	±3,4

Grünkohl „Lerchenzunge“ (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC. subvar. *laciniata* L. f. *sabellica* L.).

Das für diesen Versuch benützte tetraploide Saatgut stammte von zwei Pflanzen, die aus Saatgut der Firma HEINEMANN, Erfurt hervorgegangen waren. Diese Pflanzen waren zu Beginn des Schossens zusammen mit einer Reihe weiterer Pflanzen durch Auflegen von mit 0,5%iger Colchicininlösung getränkten Wattebäuschen behandelt worden. Infolge des viel zu geringen Umfangs des Ausgangsmaterials muß damit gerechnet werden, daß sich bei den Tetraploiden Inzuchtschäden bemerkbar machen.

Ein Ertragsversuch mit diesem tetraploiden Grünkohl konnte 1942 angesetzt werden. Der Versuch stand nach Sommergerste. Grunddüngung war 1,5 dz/ha Thomasmehl, 1,5 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 1 dz/ha Kalkammonsalpeter. Der Versuch erhielt zusätzlich 0,6 dz/ha Thomasmehl, 2,3 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 2 dz/ha Kalkammonsalpeter. Die Größe der Teilstücke betrug 24 m<sup>2</sup> (4 × 6 m), die Pflanzweite 50 × 50 cm. Die Zahl der Wiederholungen war 16, davon wurden je drei Wiederholungen für andere Untersuchungen gebraucht, so daß für die Auswertung des Versuchs 13 Wiederholungen zur Verfügung standen. Das 1000-Korngewicht war 2,73 g für das diploide, 5,17 g für das tetraploide Saatgut. Das Material wurde Ende Mai ausgesät, dann in der üblichen Weise vorgezogen und Anfang Juli ausgepflanzt. Die Ernte erfolgte am 20. 11. 42.

Schon bald nach dem Auspflanzen zeigten sich starke Unterschiede zwischen den diploiden und tetraploiden Pflanzen. Die Diploiden entwickelten sich ganz wesentlich üppiger als die Tetraploiden, und dieser Unterschied blieb während der ganzen Entwicklungszeit erhalten. Der Ertrag entsprach dem äußeren Erscheinungsbild der Pflanzen. Die diploiden Pflanzen erbrachten an Blättern (M ± t × m) 28,9 ± 2,58 kg pro Parzelle, während die tetraploiden nur einen Ertrag von 15,6 ± 2,17 kg aufzuweisen hatten. Wie bereits oben betont wurde, ist es recht wahrscheinlich, daß die Ursache dieses erheblichen Minderertrages der Tetraploiden in sehr starken Inzuchtschäden zu suchen ist.

„Erfurter halbhoher mooskrauser“  
Grünkohl.

Im Jahre 1940 waren von der Grünkohlart „Erfurter halbhoher mooskrauser“ (HEINEMANN, Erfurt) Keimpflanzen mit 0,5%iger Colchicininlösung bepinselt

worden. Saatgut, das diesem Ausgangsmaterial entstammte, kam 1944 in etwas größerem Umfange zur Aussaat. Vorfrucht waren Erdbeeren. Die Grunddüngung bestand in einer Stallmistgabe von 150 dz/ha; dazu wurde noch 2 dz/ha Kalkammonsalpeter gegeben. Von je 100 Pflanzen dieses Materials wurde die Blattzahl sowie das Gewicht der Blattmasse, das Strunk- und das Wurzelgewicht bestimmt (Tab. 13).

Der Gesamtertrag der Diploiden übertrifft den der Tetraploiden auch in diesem Falle nicht unwesentlich. Die absoluten Erträge an Blattmasse sind bei beiden Valenzstufen gleich. Der Anteil der Blattmasse am Gesamtgewicht ist infolgedessen bei den Tetraploiden etwas größer, dagegen liegen die Wurzel- und Strunkgewichte bei den Diploiden sowohl absolut wie relativ über den entsprechenden Werten der Tetraploiden. Die Zahl sowohl der vor der Ernte bereits abgefallenen wie der zu diesem Termin noch vorhandenen Blätter ist bei den Diploiden fast doppelt so groß wie bei den Tetraploiden. Andererseits übertreffen wiederum die Tetraploiden die Diploiden hinsichtlich des Einzelblattgewichtes in etwa demgleichen Verhältnis, so daß auf diese Weise gewichtsmäßig in beiden Valenzstufen etwa die gleiche Blattmasse vorhanden ist. Eine geringere Blattzahl und ein höheres Blattgewicht konnte bei den polyploiden Pflanzen in den vorstehenden Untersuchungen ja wiederholt beobachtet werden, bei Grünkohl ist dieses Verhalten besonders stark ausgeprägt. Auffällig ist, daß die Tetraploiden bei gleicher Grünmasse ein erheblich geringeres Strunk- und Wurzelgewicht haben als die Diploiden.

Weißkohl „Kopenhagener Markt“ (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba* DC.).

Das Ausgangsmaterial stammte von der Firma HEINEMANN, Erfurt. Die Colchicinbehandlung der Keimlinge erfolgte im Jahre 1939 durch Bepinseln mit 0,5%iger Lösung. 1944 konnte erstmals ein Feldversuch angesetzt werden. Es handelte sich dabei um die dritte tetraploide Generation.

Vorfrucht war Winterrüben. Die Grunddüngung bestand in einer Stallmistgabe von 150 dz/ha. Dazu kamen 1,8 dz/ha Thomasmehl und 1,8 dz/ha Kainit. Die zusätzliche Düngung wurde in zwei verschiedenen starken Gaben verabreicht. Die normale Gabe bestand in 4 dz/ha schwefelsaurem Kali und 2 dz/ha Kalksalpeter.

Die überstarke Zusatzdüngung setzte sich aus 8 dz/ha schwefelsaurem Kali und 4 dz/ha Kalksalpeter zusammen. Der Versuch war in 8 Wiederholungen angelegt; die Parzellengröße betrug 27,5 m<sup>2</sup> (5 × 5,5 m), Reihenabstand und Abstand der Pflanzen je 50 cm. Die



Abb. 5. Grünkohl „Lerchenzungen“. Links diploide, rechts tetraploide Pflanzen.



Abb. 6. Grünkohl „Erfurter halbhoher mooskrauser“. Links diploides, rechts tetraploides Blatt. Infolge der Polyloidie nimmt die Kräuselung sehr stark zu.

Tabelle 13. Erfurter halbhoher mooskrauser Grünkohl. Einzelpflanzengewicht und morphologische Analyse von diploiden und tetraploiden Pflanzen.

Valenz	Einzelpflanzengewicht (kg) Durchschnitt v. 100 Pflanzen	Blattgewicht in % des Gesamtgewichts	Strunkgewicht in % des Gesamtgewichts	Wurzelgewicht in % des Gesamtgewichts	Zahl der abgefallenen Blätter	Zahl der lebenden Blätter	Einzelblattgewicht
2 n	0,573	58,50	30,25	11,25	24,88	21,96	26,10
4 n	0,503	65,98	24,50	9,52	16,14	12,15	41,37

Aussaat erfolgte am 6. 4. 1944, am 5. 6. wurden die Pflanzen ins Freiland gepflanzt. Die Ernte fand am 3. 10. statt. Bei der Ernte wurde das Gewicht jeder Einzelpflanze durch Wägung auf vollautomatischen Bizerba-Waagen auf dem Felde ermittelt und aus diesen Einzelwägungen der Parzellenenertrag festgestellt.

Tab. 14 gibt den mittleren Ertrag der Teilstücke an ganzen Pflanzen wieder. Es ist ersichtlich, daß

Tabelle 14. Weißkohl. Ertrag (in kg) von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei verschiedener Düngung.

Düngung	Valenz	n	M	t. m	2 n = 100
Normale Düngung	2 n	8	245	± 34,2	100
	4 n	8	214	± 30,7	87,83 <sup>x</sup>
überstarke Düngung	2 n	8	253	± 52,7	100
	4 n	8	225	± 42,3	88,90 <sup>0</sup>



Abb. 7. Weißkohl „Kopenhagener Markt“. Rechts diploider, links tetraploider Blütenstand.

auch beim Weißkohl in beiden Düngungsstufen die Tetraploiden den Diploiden im Ertrag etwas unterlegen sind. Da die statistische Sicherung dieses Unterschiedes bei Berechnung der Parzellenerträge un-

genügend war, wurde das Einzelpflanzengewicht errechnet. Es wurden hierbei die gleichen Verhältniszahlen erhalten, der Unterschied der beiden Valenzstufen erwies sich jetzt jedoch als eindeutig gesichert (Tab. 15).

Die gleiche Übersicht zeigt jedoch noch weitere wichtige Einzelheiten. Die Witterung war im Sommer 1944 lange Zeit hindurch ungewöhnlich trocken, kurz vor der Kohlernte setzte dann jedoch plötzlich eine sehr niederschlagsreiche Wetterperiode ein. Die Folge dieses Witterungsumschlages war ein sehr starkes Platzen der Köpfe. Wie die Tab. 15 zeigt, unterscheiden sich einmal die Diploiden und die Tetraploiden sehr beachtlich hinsichtlich der Resistenz gegen das Platzen. Die Zahl der geplatzen Köpfe ist bei den Tetraploiden fast doppelt so groß wie bei den entsprechenden Diploiden. Auch die Düngung hat einen erheblichen Einfluß auf das Platzen. Die Pflanzen der überdüngten Parzellen platzen ganz erheblich stärker als die Pflanzen aus den Teilstücken mit normaler Düngung. Ganz entsprechend liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber dem Faulen der Köpfe auf dem Felde. Auch hier ist bei den Tetraploiden in beiden Düngungsstufen die Anzahl der gefaulten Köpfe etwa doppelt so groß wie bei den Diploiden. Die Überdüngung scheint dagegen auf das Faulen eher einen hemmenden als einen fördernden Einfluß zu haben.

In beiden Düngungsstufen wurde schließlich noch an je 100 Pflanzen der Anteil der bei der marktfertigen Herrichtung abfallenden Außenblätter am Gesamtgewicht der geernteten Köpfe bestimmt. Er betrug bei beiden Valenz- und Düngungsstufen gleichmäßig etwas über 10%. Schließlich wurde an einer Anzahl von Pflanzen noch die morphologische Zusammensetzung analysiert (Tab. 16).

Tabelle 15. Weißkohl. Einzelpflanzengewicht (in kg) und Ertragsanalyse von diploiden und tetraploiden Pflanzen bei verschiedener Düngung:

Düngung	Valenz	n	M	t. m	2 n = 100	geplatzt %	gefault %	Abfallblätter %	Strunk %	Wurzel %
Normale Düngung	2 n	868	2,24	± 0,072	100	20,1	6,9	11,8	2,7	1,7
	4 n	843	1,98	± 0,063	88,5 <sup>xxx</sup>	35,8	12,8	10,9	3,2	1,5
überstarke Düngung	2 n	863	2,32	± 0,078	100	34,8	4,5	10,6	2,5	1,7
	4 n	870	2,06	± 0,066	88,7 <sup>xxx</sup>	53,9	7,6	9,8	2,7	1,4

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Fällen ist die Zahl sowohl der abgefallenen wie die der lebenden Blätter bei den Tetraploiden ein wenig größer als bei den Diploiden. Andererseits ist hier jedoch,

gleichfalls gegen die Norm, das Gewicht des Einzelblattes bei den Diploiden größer als bei den Tetraploiden. Auch das Strunkgewicht und das Wurzelgewicht ist bei den Diploiden höher als bei den Tetraploiden. Bezieht man diese Werte jedoch auf den

Tabelle 16. Weißkohl. Morphologische Analyse der diploiden und tetraploiden Pflanzen.

Valenz	n	Durchschn. Zahl der abgefallenen Blätter	Durchschn. Zahl der Kopfblätter	Blattgewicht g	Durchschn. Einzelblattgewicht g	Durchschn. Strunkgewicht g	Durchschn. Wurzelgewicht g	Blattanteil % des Gesamtgewichts	Strunkanteil % des Gesamtgewichts	Wurzelanteil % des Gesamtgewichts
2 n	51	23,215	52,529	1985,70	37,801	188,82	43,10	89,5	8,5	2,0
4 n	63	24,285	55,031	1854,03	33,690	180,44	33,27	89,7	8,7	1,6

Gesamtertrag, so findet man zwischen Diploiden und Tetraploiden nur hinsichtlich des Wurzelgewichts geringe Unterschiede: der Anteil der Wurzel am Gesamtgewicht ist bei den Tetraploiden fast um ein Viertel geringer als bei den Diploiden.

Erfurter großer Winterwirsing  
(*Brassica oleracea* L. var. *sabauda* L.).

Im Jahre 1944 konnte mit diploiden und tetraploiden Pflanzen einer Wirsingsorte („Erfurter großer Winterwirsing“) gleichfalls ein Ertragsversuch durchgeführt werden. Das Ausgangsmaterial stammt von der Firma F. C. HEINEMANN in Erfurt. Die Colchicinbehandlung erfolgte in den Jahren 1939 und 1940 mit 0,5%iger Lösung. Das Versuchsmaterial stellt die 3. tetraploide Generation dar. Die Versuchsbedingungen waren vollständig die gleichen wie bei dem Versuch mit Weißkohl. Das 1000-Korngewicht betrug 3,62 g für das diploide, 4,89 g für das tetraploide Saatgut. Die Aussaat erfolgte am 3. 5., die am 23. 5. pikierten Pflanzen wurden am 23. 6. ins Freiland ausgepflanzt, die Ernte wurde am 26. 10. vorgenommen.

In diesem Versuch wurde ebenfalls zunächst das Einzelkopfgewicht und daraus erst der Parzellen-ertrag bestimmt. Tab. 17 und 18 zeigen die Ergeb-

Tabelle 17. Gewicht der Einzelpflanzen von diploidem und tetraploidem Wirsing.

Düngung	Valenz	n	M kg	t. m	2 n = 100
Normale Düngung	2 n	715	1,510	±0,054	100
	4 n	722	1,285	±0,051	85,1 <sup>xxx</sup>
Überstarke Düngung	2 n	790	1,691	±0,063	100
	4 n	642	1,396	±0,060	82,6 <sup>xxx</sup>

nisse. Auch hier findet sich für die Diploiden in beiden Düngungsstufen ein gesicherter Mehrertrag. Die Überdüngung hat auch beim Wirsing keinen merklichen Einfluß auf den Ertrag. Der marktfähige Anteil der Köpfe ist auch hier bei beiden Valenzstufen gleich.

Hinsichtlich des Platzens der Köpfe verhalten sich beim Wirsing die beiden Valenzstufen gerade umgekehrt wie beim Weißkraut, die Diploiden zeigen hier eine wesentlich stärkere Neigung zum Platzen als die Tetraploiden. Die Überdüngung fördert allerdings auch bei Wirsing das Platzen sehr stark. Die Kopfbildung war bei allen Kopfkohlarten im Versuchsjahr infolge der ungünstigen Witterung in der ganzen Gegend so ungewöhnlich schlecht, daß an vielen Stellen überhaupt keine Köpfe gebildet wurden. Diese Hemmung zeigte sich bei unserem Wirsingversuch; eine ganze Anzahl von Pflanzen bildete nämlich gar keine Köpfe sondern nur offene Rosetten. Diese Neigung zur Rosettenbildung war, wie Tab. 18 zeigt, bei den Tetraploiden wesentlich stärker als bei den Diploiden.

Von besonderem Interesse aber ist die vorletzte Spalte der Tab. 18. Während beim Weißkohl infolge

der Pflanzung nur eine äußerst geringe Zahl von Pflanzen auf dem Versuchsfelde einging, lagen die Verhältnisse beim Wirsing völlig anders. Die Witterung war hier in der Zeit nach dem Auspflanzen heiß und trocken und es starb daher ein verhältnismäßig großer Teil der frisch gesetzten Pflanzen ab. Da keine Pflanzen der gleichen Sorte zur Verfügung standen, mußten die Lücken mit anderen Kohlsorten geschlossen werden. Es war hier daher leicht möglich, die Zahl der entstandenen Fehlstellen zu ermitteln. Wie die Übersicht zeigt, ist die Anzahl der nach der Pflanzung abgestorbenen Setzlinge bei den Tetraploiden mindestens doppelt so groß wie bei den Diploiden. Auch die Überdüngung wirkte sich ersichtlich recht ungünstig auf das Anwachsen der Pflanzen aus, die Zahl der abgestorbenen Pflanzen ist in den überdüngten Parzellen ganz erheblich höher als in den Parzellen mit normaler Düngung.

Diese größere Anfälligkeit der frisch gepflanzten Tetraploiden gegenüber ungünstigen Außenbedingungen wird durch einige Vorversuche verständlich gemacht, die mit diploiden und tetraploiden Tomaten („Bonner Beste“) durchgeführt wurden, um die Regenerationsfähigkeit der Polyploiden zu prüfen. Es wurden zu diesem Zwecke am 24. 7. einmal Treibspitzen abgeschnitten, in feuchten Sand gesteckt und nach 14 Tagen die Bewurzelungsfähigkeit geprüft. Von den Diploiden waren nach dieser Zeit 53% der Stecklinge bewurzelt, von den Tetraploiden dagegen nur 43%. Darüber hinaus aber war bei den Diploiden die Bewurzelung ganz wesentlich stärker als bei den Tetraploiden. Ferner waren auch noch gleich große und gleich dicke ältere Sproßstücke, an denen Blätter und Achselknospen entfernt worden waren, zur Regeneration in Sand gesteckt worden. Hier zeigten nach 14 Tagen die Diploiden zu 100%, die Tetraploiden dagegen nur zu 62% Neubildung von Wurzeln. Die Zahl der neugebildeten Wurzeln war auch hier bei den Diploiden erheblich höher als bei den Tetraploiden, sie betrug durchschnittlich 15 bei den Diploiden gegenüber nur 3 bei den Tetraploiden. Entsprechend lagen die Verhältnisse hinsichtlich der

Tabelle 18. Wirsing. Parzellenerträge von diploiden und tetraploiden Pflanzen.

Düngung	Valenz	n	M kg	t. m	2 n = 100	geplatzte Köpfe %	abgestorbene Pflanzen %	Rosetten %
Normale Düngung	2 n	8	165	±20,9	100	10,2	6,8	2,9
	4 n	8	140	±14,4	84,8 <sup>xxx</sup>	1,9	16,8	5,8
Überstarke Düngung	2 n	8	180	±14,9	100	19,2	10,2	2,4
	4 n	8	145	±20,9	80,6 <sup>xxx</sup>	12,3	21,6	7,2

Regeneration von neuen Sprossen aus Kallusbildungen. Nach 3 Monaten hatten 7 von 13 diploiden Stecklingen aus älteren Sproßstücken Regenerate gebildet, von 13 tetraploiden Stecklingen jedoch nur 3. Diese wenigen Vorversuche zeigen übereinstimmend, daß das Regenerationsvermögen der tetraploiden Tomaten gegenüber dem der diploiden ganz wesentlich abgeschwächt ist. Nehmen wir nun an, daß die Neubildung von Wurzeln bei Kohl nach dem Auspflanzen bei den beiden Valenzstufen von Wirsing ähnliche Unterschiede gezeigt hat, wie sie bei der Regeneration der Tomatenstecklinge zutage treten,

so wird die größere Anfälligkeit der Tetraploiden gegenüber der Dürre ohne weiteres verständlich.

Auch bei Wirsing wurde schließlich noch eine morphologische Analyse der Pflanze vorgenommen (Tab. 19). Blattzahl und -größe waren hier wieder

drücke zurückgehen: die Vergrößerung der Blätter und der Blüten, das Dickerwerden von Stengeln und Blattstielen, das sich im Gefolge der Polyploidie häufig beobachten läßt, sowie die infolge der Vergrößerung der Samen wesentlich üppigere Jugend-

Tabelle 19. Wirsing. Morphologische Analyse der diploiden und tetraploiden Pflanzen.

Valenz	n	Durchschnittliche Zahl der abgefallenen Blätter	Durchschnittliche Zahl der Kopfblätter	Blattgewicht	Einzelblattgewicht	Strunkgewicht	Wurzelgewicht	Blatt (% des Gesamtertrages)	Strunk (% des Gesamtertrages)	Wurzel (% des Gesamtertrages)
2 n	101	19,7	52,7	1099,56	20,9	201,55	43,23	81,8	15,0	3,2
4 n	82	15,7	41,9	951,58	22,7	179,75	37,46	81,4	15,4	3,2

in der bei den Tetraploiden auch sonst üblichen Weise verändert, die erstere war wesentlich verringert, die letztere etwas erhöht. Hinsichtlich des Anteils der einzelnen Komponenten an der Gesamtproduktion konnten keine Unterschiede zwischen den Valenzstufen wahrgenommen werden.

#### Chicoree (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*).

Das tetraploide Material stammte von Handelsaatgut („Brüsseler Witloof“) der Firma F. C. HEINEMANN in Erfurt, das im Jahre 1939 durch Bepinseln von Keimpflanzen mit 0,5%iger wäßriger Colchicinlösung behandelt worden war. Im Jahre 1942 konnte erstmalig ein Ertragsversuch angelegt werden. In den ersten Jahren wurde durch frühzeitige Aussaat jedes Jahr eine Generation erzielt, 1942 kam demnach die vierte tetraploide Generation zum Anbau.

Das Material wurde Ende Mai in Aussaatschalen ausgesät, dann pikiert und schließlich Anfang Juli ins Freiland gepflanzt. Die Ernte erfolgte am 16. 11. Die Parzellengröße betrug 6 m<sup>2</sup> (3 × 2 m), der Reihenabstand war 30 cm, die Entfernung der Pflanzen in der Reihe 20 cm. Die Zahl der Wiederholungen war 10. Die Düngung war die gleiche wie bei dem Grünkohlversuch desselben Jahres.

Tab. 20 zeigt die Erträge. Es ist daraus zu ersehen, daß sowohl die Blatt- wie auch die Wurzelserträge bei den Diploiden etwas höher liegen als bei den Tetraploiden.

Tabelle 20. Ertrag von diploidem und tetraploidem Chicoree.

Valenz	n	Gesamtertrag		Blätter (kg)			Wurzeln (kg)		
		kg	2 n = 100	M	t. m	2 n = 100	M	t. m	2 n = 100
2 n	10	72,5	100	35,9	± 3,5	100	36,6	± 7,5	100
4 n	10	64,7	89	33,4	± 5,1	93 <sup>00</sup>	31,3	± 2,8	86x

#### Besprechung der Ergebnisse.

Nachdem es durch die Auffindung der Colchicinmethode möglich geworden war, von jeder erwünschten Pflanzenart beliebig viele Polyploide herzustellen, hatte sich zunächst die Vorstellung ausgebreitet, daß polyploide Pflanzen die diploiden hinsichtlich der Erzeugung von vegetativer Masse ganz erheblich überträfen und daß somit künstlich hergestellte Polyploide zum mindesten überall dort eine wirtschaftlich beachtliche Rolle spielen könnten, wo es bei unseren Kulturpflanzen in erster Linie auf die Erzeugung großer Mengen von vegetativer Substanz ankommt. Dieser Glaube an eine höhere Stoffproduktion der Polyploiden dürfte vor allem auf subjektive Ein-

entwicklung vermögen bei oberflächlicher Betrachtung leicht den Eindruck einer stärkeren vegetativen Entwicklung hervorrufen. Die bisher vorliegenden Untersuchungen über die stofflichen Leistungen polyploider Pflanzen, die unter vergleichbaren Außenbedingungen an einem zahlenmäßig leidlich ausreichenden Pflanzenmaterial vorgenommen und deren Ergebnisse auf Grund der üblichen statistischen Methoden auch als gesichert angesehen werden können, bieten in der Mehrzahl allerdings ein wesentlich anderes Bild. So stellte FABERGÉ (1936a) bei Tomaten für die Tetraploiden keine erhöhte Stoffproduktion fest. SCHLÖSSER (1937, 1940a) fand dagegen bei zwei mit der Tomate nahe verwandten Wildarten (*Lycopersicum racemigerum* und *L. cerasiforme*) eine Erhöhung sowohl der Grünmasse als auch der Trockensubstanz als Folge der Genomverdoppelung. Nun wurden die Untersuchungen von SCHLÖSSER, soweit sich aus den Veröffentlichungen ersehen läßt, an verhältnismäßig recht jungen Pflanzen durchgeführt. Bei solchen Pflanzen aber finden wir, wie u. a. auch FABERGÉ an seinen Tomaten feststellen konnte, als Nachwirkung der bei den Polyploiden üblichen Vergrößerung der Samen in der Regel auch eine wesentlich üppigere Entwicklung bei den Tetraploiden, die sich im Laufe der späteren Entwicklung völlig verliert (SCHWANITZ 1942). Es fragt sich daher, ob die bessere Entwicklung der tetraploiden *Lycopersicum*-Pflänzchen, die SCHLÖSSER beobachten

konnte, nicht auch auf eine solche, später wieder abklingende Förderung der Jugendentwicklung zurückzuführen ist. Über die Einwirkung der Polyploidie auf den Ertrag von Zuckerrüben liegen mehrere Angaben vor. PÉTO und BOYES (1940) stellten an einer recht geringen Zahl von Pflanzen, die dazu noch unter ungünstigen Verhältnissen kultiviert worden waren, fest, daß triploide Rübenpflanzen einen wesentlich besseren Ertrag und Zuckergehalt besaßen als die diploiden. Nach SCHLÖSSER (1940 ab) sind die Diploiden den Tetraploiden zunächst überlegen, später kehrt sich das Verhältnis um. LEVAN (1942) fand bei diploiden und tetraploiden Zuckerrüben, daß mit steigender Valenz die Blatt- und

Rübenträge immer stärker absinken. Oktoploide Kartoffelformen besitzen gegenüber den tetraploiden Ausgangssorten eine sehr viel niedrigere Knollenzahl, ein niedrigeres Einzelknollengewicht und einen herabgesetzten Stärkegehalt (MÜNTZING 1941, STELZNER 1941). Tetraploide Gerste ist diploider unterlegen, bei tetraploidem Lein sind die meisten Linien den diploiden unterlegen, nur einige wenige Ölleinsorten scheinen auf späteren Entwicklungsstadien die diploiden in der Stoffproduktion zu übertreffen. Auch bei Timothee waren einige tetraploide Stämme in der Stoffproduktion dem diploiden Standard überlegen. Tetraploider Rotklee scheint diploidem im Ertrag nicht unerheblich überlegen zu sein (MÜNTZING 1941, LEVAN 1942). Bei Luzerne glaubten NILSSON und ANDERSSON (1943) gleichfalls eine Überlegenheit der Tetraploiden hinsichtlich der Stoffproduktion feststellen zu können. Es stellte sich jedoch heraus, daß dieser Mehrertrag der Tetraploiden nur im ersten Lebensjahr zu beobachten war; in den folgenden Jahren sank der Ertrag der Tetraploiden auf ein Drittel bis ein Fünftel des Ertrages der Diploiden ab (JULÉN 1944). Tetraploide *Poa fertilis* ist wüchsiger als die diploiden Pflanzen (HERTZSCH nach RUDORF 1943), tetraploide *Melilotus albus*, *M. dentatus* und *M. messanensis* sowie tetraploide Luzerne zeigen dagegen keine erhöhte Wüchsigkeit (RUDORF 1943). Kein Unterschied zwischen Diploiden und Tetraploiden besteht bei *Petunia nyctinaginiflora* (HESSE 1938). Dieses Ergebnis konnte von PIRSCHLE (1942 a) bestätigt werden, der bei dieser Art sowie bei *Stellaria media* und bei *Brassica oleracea* (Kohlrabi) keine gesicherten Unterschiede zwischen den beiden Valenzstufen, bei *Antirrhinum majus* sogar geringere Erträge der Tetraploiden beobachten konnte. Dagegen waren in diesen Versuchen bei *Tradescantia geniculata*, *Torenia Fournieri* und *Epilobium collinum* die Tetraploiden überlegen. Von *Impatiens balsamina* verhielten sich die einzelnen Stämme außerordentlich verschieden, teils waren die diploiden, teils die tetraploiden weniger leistungsfähig, teils waren Diploide und Tetraploide gleichwertig. In einer weiteren Untersuchung (PIRSCHLE 1942 b) konnten diese Ergebnisse teilweise bestätigt und erweitert werden. Bei *Epilobium collinum* und *E. alpinum* erbrachten wiederum die höheren Valenzstufen eine Steigerung der Erträge an Grünmasse und an Trockensubstanz gegenüber den Diploiden. Dagegen war *Brassica oleracea* (Kohlrabi und Wirsing) wieder in beiden Valenzstufen gleichwertig und *Nicotiana tabacum* und *N. glutinosa* zeigten sogar ein merkliches Absinken der Leistung. Getriebene Gartenkresse (*Lepidium sativum*) zeigte eine erhebliche Mehrleistung der tetraploiden Pflanzen (SCHWANITZ 1941), doch ist diese Ertragssteigerung nur als unmittelbare Auswirkung der gesteigerten Samengröße auf die Größe der geernteten Keimpflänzchen zu betrachten. Gelber Senf zeigt ein höheres Frisch- und Trockengewicht der Tetraploiden auf den frühesten Entwicklungsstadien; dagegen wurden gegen Abschluß der vegetativen Phase gleiche Erträge beobachtet (SCHWANITZ 1942). Bei Rettich erbrachte ein Ertragsversuch in drei verschiedenen Düngungsstufen für beide Valenzstufen gleiche Erträge an Grünmasse wie an Rüben. Eine unterschiedliche Reaktion der Diploiden und der Tetraploiden auf die ver-

schieden starke Düngung konnte nicht wahrgenommen werden.

Betrachten wir zusammenfassend die Ergebnisse aller dieser Arbeiten, so ergibt sich ganz deutlich, daß eine merkliche Steigerung der Stoffproduktion beim Übergang von Diploidie zur Tetraploidie bzw. von der Tetraploidie zur Oktoploidie nur in einer beschränkten Zahl von Fällen eingetreten ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Ertragsversuche, die jeweils an einem umfangreichen Pflanzenmaterial durchgeführt wurden, unterstreichen diesen Befund auf das Nachdrücklichste. Eine Steigerung der Erzeugung von vegetativer Substanz konnte nur bei Örettich und — in einem Versuchsjahr — bei Rüben nachgewiesen werden. Hierbei muß angesichts der Ergebnisse, die die morphologische Analyse des Münchener Bierrettichs in verschiedenen Altersstufen erbrachte, noch dahingestellt bleiben, wieweit der beobachtete Mehrertrag an Grünmasse nicht doch noch als Nachwirkung der Samen-größe zu betrachten ist. Bei gelbem Senf und Bierrettich waren die Erträge an vegetativer Substanz in beiden Valenzstufen gleich, bei den Kohlsorten und dem Chicoree war die Stoffproduktion der Tetraploiden schwächer als die der Diploiden.

Nach all dem kann wohl kaum bezweifelt werden, daß die Verdoppelung des Genoms in der Regel offenbar keineswegs zu einer Steigerung der stofflichen Leistungen der Pflanze führt. Es erhebt sich nun die Frage, ob die hier festgestellten Beziehungen zwischen der Stoffproduktion der Diploiden und der Tetraploiden unter allen Umständen gleich bleiben, oder ob es Außenbedingungen gibt, unter denen eine grundlegende Änderung in den stofflichen Leistungen der beiden Valenzstufen eintritt. Für Genmutationen konnte ein derartiger Vitalitätsumschlag bei Veränderung der Außenbedingungen bereits nachgewiesen werden (BRÜCHER 1941, 1943), und es liegt nahe, ein ähnliches Verhalten auch bei der Polyploidie zu vermuten. Zur Klärung dieser Frage waren, wie bereits oben betont wurde, die Ertragsversuche wiederholt mit Düngungsversuchen kombiniert worden. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen nun allerdings übereinstimmend, daß bei den untersuchten Pflanzen unter den gegebenen Außenbedingungen zwischen den beiden Valenzstufen keinerlei Unterschiede in der Fähigkeit zur Ausnutzung geringerer oder größerer Nährstoffgaben zu finden sind. Aus diesem einen negativen Befund darf nun jedoch keineswegs gefolgert werden, daß es nicht doch Verhältnisse gibt, unter denen die Polyploiden wesentlich leistungsfähiger sind als die Diploiden. Es wird also notwendig sein, noch weitere Außenbedingungen — vor allem die Wasserversorgung und die Vegetationsdauer — planmäßig zu variieren, um festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen die Tetraploiden den Diploiden in der Erzeugung von vegetativer Substanz überlegen sind. Erst wenn man das Verhalten der Diploiden und Tetraploiden unter vielen sehr verschiedenartigen äußeren Verhältnissen geprüft hat, wird man sich ein endgültiges Bild von dem wirklichen Leistungspotential der Polyploiden machen können. Sollten sich dann, wie wohl zu erwarten steht, im Verhalten der einzelnen Arten, Sorten, Stämme und Linien wesentliche Unterschiede zeigen, so wird man weiterhin versuchen müssen, aus der Anatomie und Morphologie der betreffenden Formen sowie aus ihren physiologischen und entwicklungsphysiologischen

Eigenheiten die Ursachen für dieses unterschiedliche Verhalten abzuleiten.

Wenn nun auch die Pflanze durch die künstlich herbeigeführte Polyploidie in der Regel offenbar keineswegs größer und leistungsfähiger wird, so läßt sich doch an den einzelnen Organen der bereits häufig beschriebene Gigaswuchs beobachten. Die morphologische Analyse zeigt, daß vor allem das Gewicht des Einzelblattes in der Regel erheblich gesteigert ist — eine Folge der starken Vergrößerung und Verdickung der Blattspreite. Der Anteil von Sprossen und Stengeln an der Gesamtmasse ist bis weit in die reproduktive Phase hinein bei diploidem Rüben größer als bei tetraploidem, ähnlich liegen die Verhältnisse beim Ölrettich und beim Grünkohl. Bei Weißkraut und Wirsing sind dagegen keine Unterschiede zwischen den Valenzstufen zu finden. Der Anteil des Wurzelgewichts an der Gesamtproduktion von organischer Masse scheint bei Rüben und Rettich gleich zu sein, bei Weißkohl und Wirsing ist dagegen die Ausbildung der Wurzeln bei den Tetraploiden offenbar etwas gehemmt. Abgesehen vom Weißkraut, das sich hinsichtlich Blattgröße und Blattzahl abweichend verhält, konnte für alle anderen untersuchten Pflanzen festgestellt werden, daß die Blattzahl bei den Tetraploiden stets geringer ist als bei den Diploiden. Die Tetraploiden besitzen also wohl wesentlich größere Blätter als die Diploiden, die Zahl der Blätter ist jedoch bei ihnen mehr oder minder stark herabgesetzt. Diese geringere Blattzahl bleibt bei den Tetraploiden während des ganzen Lebensablaufes erhalten, und es erfolgt keineswegs ein Ausgleich durch eine längere Vegetationsperiode. Es ist daher jedenfalls bei diesen Objekten nicht möglich, so wie SCHLÖSSER (1942 a, b) es getan hat, diploide und tetraploide Pflanzen dann als physiologisch gleichhalt zu betrachten, wenn sie die gleiche Blattzahl besitzen. Gegen eine solche Anschauung spricht auch der Befund, daß beide Valenzstufen in der Regel gleichzeitig zum Blühen kamen. Man wird demnach in der geringeren Blattzahl wohl ein kennzeichnendes Merkmal der künstlich hergestellten Polyploiden erblicken dürfen. Die vermutliche Ursache dieser Veränderung wird in anderem Zusammenhang (Untersuchungen über die Sexualität der Polyploiden) noch eingehend zu erörtern sein.

Abschließend erhebt sich die Frage nach den Ursachen des unterschiedlichen Verhaltens der „alten“ und der „neuen“ Polyploiden. Es geht aus den eigenen Untersuchungen wie aus den oben angeführten Arbeiten hervor, daß sich die verschiedenen Arten und die verschiedenen Varietäten, Sippen und Linien innerhalb einer Art hinsichtlich der Polyploidie keineswegs gleichartig verhalten. Auch wenn der Prozentsatz an positiven Genommutationen sehr gering sein mag, so darf doch wohl angenommen werden, daß sich unter den spontan auftretenden Polyploiden gelegentlich auch Formen mit positivem Selektionswert befinden, die dann vom Menschen infolge ihrer höheren Leistungsfähigkeit ausgelesen und vermehrt werden. Beispiele für eine solche unbewußte Selektion von spontan auftretenden Polyploiden und die Verdrängung der ursprünglicheren niedrigchromosomalen Formen durch die von ihnen abgeleiteten Genommutationen sind aus der Blumenzüchtung bekannt.

Eine weitere Möglichkeit, mit Hilfe der Polyploidie zu erheblichen Leistungssteigerungen zu kommen,

scheint uns in der Tatsache gegeben zu sein, daß sich in einer Population von Tetraploiden bei Panmixie ein sehr viel höherer Prozentsatz von Heterozygoten finden kann als in einer diploiden Population. Schon bei Mutation eines einzigen Gens finden sich in der  $F_2$  34 Heterozygote im Verhältnis zu 2 Homozygoten, und dieses Verhältnis bleibt bei Panmixie in der Folge weiter erhalten. Tetraploide Populationen, die einmal heterozygot sind, bleiben bei Panmixie unbegrenzt heterozygot, und es können sich auf diese Weise immer mehr heterozygote Gene in einer solchen Population anhäufen, so daß tetraploide Populationen einen unvergleichlich viel höheren Grad von Heterozygotie erlangen und halten können als irgendwelche diploiden Populationen. Diese Tatsache ermöglicht aber das Zusammentreffen von Allelen, die Komplementärgene (HIORTH 1946) darstellen und in ihrem Zusammenwirken entweder zu irgendwelchen Leistungssteigerungen oder gar zur Entstehung völlig neuer Eigenschaften führen, weit mehr als dies in diploiden Populationen je der Fall sein kann.

Schließlich aber muß auch noch darauf hingewiesen werden, daß u. U. schon durch die Heterozygotie an und für sich eine Heterosiswirkung und damit eine wesentliche Leistungssteigerung erzielt wird (STUBBE und PIRSCHLE 1940). Durch die Polyploidie und die dadurch ermöglichte hochgradige Heterozygotie kann sich in polyploiden Populationen eine mehr oder minder starke konstante Heterosis herausbilden, die zu Leistungssteigerungen führt, die bei diploiden Populationen nicht möglich sind. Daß auch durch Kreuzung genisch stark verschiedener tetraploider Sippen eine solche Heterosiswirkung erzielt werden kann, ist selbstverständlich und wurde vor kurzem sehr schön experimentell von STRAUB (1946) nachgewiesen. Die Möglichkeiten, die sich bei Polyploiden für die Entstehung von leistungsfähigen Typen durch Kombination und Anhäufung vorteilhafter Gene ergeben, hat vor kurzem MELCHERS (1946) eingehend dargestellt. Auf diese beiden Arbeiten sei hier nachdrücklichst hingewiesen, weil aus ihnen hervorgeht, wie aus einer tetraploiden Population mit ursprünglich geringer Leistungsfähigkeit besonders leistungsfähige Stämme ausgelesen werden können. Wir dürfen, wie aus den experimentellen Befunden hervorgeht, keineswegs erwarten, durch Verdoppelung des Genoms sofort hochleistungsfähige Pflanzenrassen zu erhalten, wohl aber ist, wie von uns und anderen bereits wiederholt betont wurde, dem Züchter ein neuartiges Ausgangsmaterial in die Hand gegeben, mit dessen Hilfe er auf die Dauer — geeignete Objekte und Züchtungsverfahren vorausgesetzt — Erfolge erzielen kann, die ihm bei diploidem Material nicht möglich wären.

#### *Zusammenfassung.*

Die Erträge von diploidem und tetraploidem gelbem Senf, Rüben, Ölrettich, Rettich, Grünkohl, Weißkohl, Wirsing und Chicoree wurden im Feldversuch verglichen.

Bei Senf sind die Erträge an Grünmasse zu Beginn des Blühens bei beiden Valenzstufen gleich, der Samen ertrag war bei den Tetraploiden im einen Jahr auf etwa die Hälfte, im anderen Jahr sogar auf ein Drittel des Samen ertrages der Diploiden abgesenkt. Die Bekämpfung der Erdflöhe hat auf den Ertrag an Grün-

masse keinen Einfluß, dagegen wird der Samenertrag durch die Bekämpfung besonders bei den Tetraploiden stark gefördert. Dieser Befund wird damit zu erklären versucht, daß die geschädigte Pflanze bis zum Blühbeginn den Verlust an Substanz wieder ausgeglichen hat, aber nicht so viel Reservestoffe anhäufen konnte wie die ungeschädigte, wodurch besonders bei der langsamer und schwerfälliger sich entwickelnden tetraploiden Pflanze eine Verminderung der Samenproduktion eintritt.

Sprengelrüben ergab im Jahre 1942/43 an vegetativer Substanz zu den verschiedensten Entwicklungszeiten bei den Tetraploiden um etwa 80% höhere Erträge. Der Kornertag war bei Diploiden und Tetraploiden gleich. Im folgenden für die Entwicklung des Rübens ungünstigen Jahre wurde für Diploide und Tetraploide der gleiche Ertrag an Grünmasse gefunden, die Samenproduktion der Tetraploiden betrug nur 54% bzw. 67% derjenigen der Diploiden. Die in beiden Jahren gleichsinnige Absenkung der Samenproduktion im Verhältnis zur Produktion an Gesamtmasse, sowie die aus der morphologischen Analyse der Pflanze hervorgehende Verschlechterung des Verhältnisses zwischen reproduktiven und vegetativen Teilen der Pflanze bei den Tetraploiden zeigen, daß durch die Polyploidie eine Schwächung der Sexualität hervorgerufen wird.

Ölrettich erbrachte im Grünschnitt einen — nicht gesicherten — geringen Mehrertrag der Tetraploiden. Der Samenertrag betrug bei den Tetraploiden noch nicht 70% des Ertrages der Diploiden. Die Bekämpfung der Erdflöhe zeigte im Ertrag an Grünmasse eine geringe Förderung, im Samenertrag konnte kein Unterschied zwischen den Parzellen mit und ohne Bekämpfung der Erdflöhe wahrgenommen werden. Dies andersartige Verhalten des Ölrettichs im Vergleich zum Senf wird durch die längere Entwicklung der Rettichpflanze erklärt. Während diploider Ölrettich sowohl nach dem Grünschnitt wie nach der Samenreife vollständig abstirbt, regeneriert der tetraploide Ölrettich wieder und bringt nach einem Grünschnitt noch einen Samenschnitt und nach einem Samenschnitt noch einen Grünschnitt. Der Ölrettich ist offenbar durch die Polyploidie von einer einjährigen zu einer potentiell perennierenden Pflanze geworden. Die morphologische Analyse der Pflanzen zu verschiedenen Zeiten ergab einmal eine — wohl durch das erhöhte Samengewicht bedingte — Förderung der tetraploiden Pflanzen während der früheren Entwicklungsstadien, während später ein Ausgleich zwischen den beiden Valenzstufen stattfindet. Auch bei Ölrettich ergab die morphologische Analyse eine Verminderung der Sexualität bei den Tetraploiden.

Münchener Bierrettich: Versuche in den Jahren 1942 und 1943 ergaben eine Bestätigung früherer Untersuchungen: zwischen diploiden und tetraploiden Pflanzen konnten keinerlei gesicherte Unterschiede im Ertrag festgestellt werden. Die morphologische Analyse ergab auch hier eine starke Förderung der Jugendentwicklung bei den Tetraploiden.

Grünkohl. Bei der Sorte „Lerchenzunge“ erbrachten die Tetraploiden fast nur 50% des Ertrages der Diploiden. Der starke Minderertrag der Tetraploiden ist vielleicht auf Inzuchtwirkung zurückzuführen. Bei der Sorte „Erfurter halbhoher mooskrauser“ war

der Gesamtertrag an vegetativer Masse bei den Diploiden wesentlich höher als bei den Tetraploiden, dagegen waren die absoluten Erträge an Blattmasse in beiden Valenzstufen gleich. Wurzel- und Strunkgewicht waren bei den Tetraploiden geringer als bei den Diploiden.

Weißkohl. Bei der Sorte „Kopenhagener Markt“ war die Gesamtproduktion der Tetraploiden gleichfalls etwas geringer als die der Diploiden. Auch hinsichtlich der Produktion an marktfähigen Köpfen bzw. an Blattmasse waren die Tetraploiden ein wenig unterlegen. Die Neigung zum Platzen der Köpfe war bei den Tetraploiden erhöht, desgleichen die Neigung zum Faulen.

Wirsing. Beim „Erfurter großen Winterwirsing“ war der Ertrag der Diploiden ebenfalls höher als bei den Tetraploiden. Die Neigung zur Ausbildung von offenen Blattrosetten an Stelle von Köpfen war bei den Tetraploiden stärker als bei den Diploiden, dagegen war die Neigung zum Platzen bei den Tetraploiden geringer. Die Tetraploiden sind gegenüber ungünstigen Witterungsverhältnissen beim Auspflanzen sehr viel empfindlicher als die Diploiden. Die Ursache dieser Erscheinung wird — nach Regenerationsversuchen mit Tomaten — in der geringeren Regenerationsfähigkeit und der schlechteren Bewurzelungsfähigkeit der Tetraploiden gesucht.

Chicoree. Blatt- und Wurzelserträge waren bei den Tetraploiden niedriger als bei den Diploiden.

Mit einer Ausnahme (Weißkraut) hatte bei allen analysierten Pflanzen bei der Tetraploidie die Zahl der Blätter ab-, das Gewicht der Blätter zugenommen.

Für die gewissenhafte Mitarbeit bei der Durchführung der Versuche bin ich meiner Mitarbeiterin, Fräulein Dipl.-Landwirt Margarethe MÜNDLER, zu Dank verpflichtet. Herr Professor RUDOLF unterstützte die Arbeiten in jeder erdenklichen Weise. Ihm sei auch an dieser Stelle herzlichst dafür gedankt.

#### Literatur.

1. BRÜCHER, H.: Vitalitätssteigerungen bei Mutanten in künstlichem Klima. Naturwissenschaften, 424—423. (1941).
2. BRÜCHER, H.: Experimentelle Untersuchungen über den Selektionswert künstlich erzeugter Mutanten von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. Bot. 39, 1—47 (1943).
3. DE VRIES, H.: Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Berlin. — 4. FABERGÉ, A. C.: The physiological consequences of polyploidy. I. Growth and size in the tomato. Journ. Genetics 33, 365—382 (1936).
5. FAGERLIND, F.: Der Zusammenhang zwischen Perennität, Apomixis und Polyploidie. Hereditas 30, 179—200 (1944).
6. GATES, R. R.: A Contribution to a knowledge of the mutating Oenotheras. Trans. Linn. Soc. London, 2 ser. Bot. 8, 1 (1913).
7. GATES, R. R.: The mutation factor in evolution. London 1915.
8. HAGERUP: Studies on the significance of polyploidy. III. Deschampsia and Aira. Hereditas 25, 185—192 (1939).
9. HESSE, R.: Vergleichende Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Petunien. Z. f. Vererbgsf. 75, 1—23 (1938).
10. HIORTH, G.: Über das Vorkommen von Hemmungs- genen in Inzuchtlinien von *Godetia Whimneyi*. Züchter 17/18, 69—78 (1946).
11. HONECAMP: Handb. Pflanzenernährung und Düngerlehre. Berlin (1931).
12. JOHANNSEN, W.: Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena (1926).
13. JULÉN: Investigations on diploid, triploid and tetraploid Luzerne. Hereditas 30, 567—582 (1944).
14. JUST, G.: Praktische Übungen zur Vererbungslehre. Berlin (1935).
15. KOLLER, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Dresden und Leipzig (1940).
16. LARSEN, P.: The as-



pects of polyploidy in the genus *Solanum*. 2. Production of dry matter, rate of photosynthesis and respiration, and development of leaf area in some diploid *Solanums*. Biol. Medd. danske Vidensk. Selsk. 18, 1 (1943). — 17. LEVAN, A.: Plant breeding by induction of polyploidy and some results in clover. Hereditas 28, 245 bis 246 (1942a). — 18. LEVAN, A.: The response of some flax strains to tetraploidy. Hereditas 28, 246—248 (1942b). — 19. MANTON, J.: The cytological history of water cress. Z. f. Vererbungsl. 69, 132—157 (1935). — 20. MELCHERS, G.: Ursachen für die bessere Anpassungsfähigkeit der Polyploiden. Z. f. Naturforschung 1, 160 bis 165 (1946). — 21. MÜNDLER, M. und SCHWANITZ, F.: Über einen Ertrags- und Düngungsversuch mit diploidem und tetraploidem Münchener Bierrettich. Züchter 14, 137—140 (1942). — 22. MÜNTZING, A.: Polyploidie och vaxtförädling. Sverig. Utsädesförenings Tidskr. 51, 305—340 (1941). — 23. NILSSON and ANDERSSON: Polyploidy in the genus *Medicago*. Hereditas 29, 197—198 (1943). — 24. PÄTAU, K.: Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen. (Eine neue t-Tafel.) Biol. Ztrbl. 63, 152 (1943). — 25. PÉTO, F. H. and BOYES, J. W.: Comparison of diploid and triploid sugar beets. Canad. J. Res. 18, 273—282 (1940). — 26. PIRSCHLE, K.: Quantitative Untersuchungen über Wachstum und „Ertrag“ autopolyploider Pflanzen. Z. f. Vererbungsl. 80, 126 bis 156 (1942a). — 27. PIRSCHLE, K.: Weitere Untersuchungen über Wachstum und „Ertrag“ von Auto-

polyploiden (2n, 3n, 4n) und ihren Bastarden. Z. f. Vererbungsl. 80, 247—270 (1942b). — 28. RANDOLPH, L. F.: X-rayed seed of annual plant produces perennial. (Nach FAGERLIND 1944) (1931). — 29. RUDORF, W.: Die Bedeutung der Polyploidie für die Evolution und die Pflanzenzüchtung. Angew. Bot. 25, 92 (1943). — 30. SCHLÖSSER, L. A.: Physiologische Untersuchungen an polyploiden Pflanzenreihen. Forschungsdienst 10, 28 bis 40 (1940a). — 31. SCHLÖSSER, L. A.: Untersuchungen an autopolyploiden Zuckerrüben. Zeitschr. Wirtschaftsgruppe Zuckerindustrie 90, 88—106 (1940b). — 32. SCHWANITZ, F.: Polyploidie und Pflanzenzüchtung. Naturwissenschaft 28, 353—361 (1940). — 33. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen über den Ertrag getriebener diploider und tetraploider Gartenkresse. Züchter 13, 155 bis 160 (1941). — 34. SCHWANITZ, F.: Über den Einfluß des Entfernens der Keimblätter auf die Entwicklung und den Ertrag von diploidem und autotetraploidem Senf (*Sinapis alba*). Züchter 14, 86—93 (1942). — 35. STELZNER, G.: Colchicininduzierte Polyploidie bei *Solanum tuberosum* L. Züchter 13, 121—128 (1941). — 36. STRAUB, J.: Die Züchtung von Polyploiden mit positivem Selektionswert. Z. Naturforsch. 1, 342—345 (1946). — 37. STUBBE, H. und PIRSCHLE, K.: Über einen monogen bedingten Fall von Heterosis bei *Antirrhinum majus*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 58, 546—558 (1940). — 38. TEDIN, O.: Biologische Statistik. Handbuch d. Pflanzenzüchtung I. 359—394 (1941).

## KURZE MITTEILUNGEN.

### Ertragssteigerung und Sicherung des Lagergutes durch Vorrats- und Pflanzenschutz.

Die Fragen des Vorrats- und Pflanzenschutzes für Groß-Berlin werden jetzt im Pflanzenschutzamt und Institut für biologische Untersuchungen<sup>1</sup>, in Berlin-Dahlem, Thielallee 69/73 bearbeitet. Dieses Institut steht unter Leitung von Oberregierungsrat a. D. Dr. Zacher, der bis 1933 als Abteilungs-Vorsteher in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, seit 1945 im Institut für Ernährung und Verpflegungswissenschaft tätig gewesen ist. Das Institut erteilt bereitwilligst und kostenlos an jedermann Auskünfte über Vorrats- und Pflanzenschädlinge. Da die Steigerung des Ernteertrages und die Ge-

sunderhaltung der Vorräte für die Ernährungslage von größter Wichtigkeit sind, sollen Klein- und Erwerbsgärtner, Landwirtschaft, Handel und Industrie auf diese Möglichkeit der Beratung und Belehrung aufmerksam gemacht werden. Außerdem sind dem Institut noch die Samenkontrolle und landwirtschaftlich-chemische Untersuchungen (Begutachtung von Bodenproben, Futter- und Düngermittel) als weitere Aufgabengebiete zugeteilt. Das Pflanzenschutzamt ist werktäglich (außer Sonnabend) für das Publikum von 10 bis 16 Uhr geöffnet. Die Sprechstunde des Institutsleiters Dr. Zacher findet wie bisher jeden Donnerstag von 11 bis 13 Uhr statt. Telefonanschlüsse für Vorrats- und Pflanzenschutz 76 19 42 und 76 05 26, für die anderen Aufgabengebiete 84 78 54.

## REFERATE.

### Allgemeines, Genetik, Cytologie, Physiologie.

M. B. GRANE and D. LEWIS, *Genetical studies in pears. II. A classification of cultivated varieties.* (Genetische Studien an Birnen. II. Eine Klassifizierung der Kultursorten.) J. Pomol. 18, 52—60 (1940).

Im Verfolg langjähriger Erblichkeitsuntersuchungen haben die Verf. einige morphologische Merkmale der Blätter und Triebe analysiert und festgestellt, daß ein einfach mendelnder Erbgang vorliegt. Es handelt sich um folgende Merkmalspaare (das dominante Allel wird zuerst angegeben): 1. Der Blattrand (Blätter der Haupttriebe) kann gezähnt, gesägt (S) oder ganz (s) sein. 2. Die Mittelrippe des Laubblattes kann drüsenlos (E) oder mit Drüsen besetzt sein (e). Die Zahl der Drüsen bei den einzelnen Sorten schwankt, jedoch ist für jede Sorte eine mittlere Drüsenzahl typisch. 3. Die jungen Triebe können behaart (H), spärlich behaart oder glatt (h) sein. 4. Die Sommertriebe sind purpurrot (R) oder grün (r), wobei in der Färbungsintensität Unterschiede festzustellen sind. 5. Die Laubfarbe kann grün (G) oder blaßgrün (g) sein. Hinsichtlich dieser Merkmale wurde auf Grund der morphologischen Analyse der Sämlingspopulationen die genotypische Konstitution von 15 diploiden Sorten festgelegt. Die meisten sind in diesem oder jenem Merkmal heterozygotisch. Nur die Sorte Fertility ist in allen 5 Genen homozygot: RR SS hh ee GG. Homozygotisch-behaarte (HH) oder homozygotisch-drüsenlose (EE) befanden sich

nicht unter den geprüften Sorten. Auf der Grundlage der 24 bei freier Rekombination möglichen Klassen wurde ein Bestimmungsschlüssel nach den Blatt- und Triebmerkmalen aufgestellt. Die 81 von den Verf. untersuchten Birnensorten (darunter 8 triploide) verteilen sich auf 16 der 24 möglichen Klassen. Schmidt.

IRENA MODLIBOWSKA, *Pollen tube growth and embryo-sac development in apples and pears.* (Pollenschlauchwachstum und Embryosackentwicklung bei Äpfeln und Birnen.) J. Pomol. 21, 57—89 (1945).

Die Verfasserin führte Untersuchungen über das Pollenschlauchwachstum und die Embryosackentwicklung an selbst- und kreuzbestäubten diploiden und triploiden Apfel- und Birnensorten durch. Die Blüten, die von Topfbäumen in einem Kalthaus stammten, wurden 10 bzw. 48 Stunden bzw. 10 oder 12 Tage nach der Bestäubung entnommen. Das Material für die Pollenschlauchstudien wurde in einem Gemisch von absolutem Alkohol und Eisessig (3 : 1), das für die Embryosackentwicklung nach kurzer Vorbehandlung mit Carnoy in 2 BX (La Cour) oder Nawaschin fixiert. Die Griffel wurden längs halbiert und entweder mit einem Gemisch aus 2 ccm 1%iger wässriger Lichtgrünlösung, 2 ccm 1%iger wässriger Säurefuchsinlösung, 10 ccm Glycerin, 40 ccm Milchsäure und 46 ccm Aqua dest. oder 1%iger Baumwollblaulösung (in Milchsäure Phenol, Glycerin und Wasser zu gleichen Teilen) gefärbt. Zum Studium der Embryosackentwicklung wurden 16 bis