

Zur relativen Bewertung von Streuungsanteilen auf Grund der Varianzanalyse

Von ALFRED LEIN, Schnega/Hannover

In einigen Veröffentlichungen (1, 2) wurde an Hand von Sortenversuchen im Anschluß an die Varianzanalyse eine relative Bewertung der Effekte versucht, die als Wirkung der erblichen Faktoren (Sorte), als Wirkung der Umwelteinflüsse bzw. als Wechselwirkung definiert werden können. Eine Begründung für die Berechnungsweise wurde bisher nicht gegeben. Sie stützt sich auf die Interpretation der mittleren Abweichungsquadrate, wie sie in der VA bestimmt werden, als Varianzkomponenten.

	FG	
Genotyp	$g - 1$	$MQ_G = s_{GU}^2 + u \cdot s_G^2$
Umwelt	$u - 1$	$MQ_U = s_{GU}^2 + g \cdot s_U^2$
Interaktion	$(g - 1)(u - 1)$	$MQ_{GU} = s_{GU}^2$
Gesamt	$g \cdot u - 1$	

In der genetischen Literatur geht man bei der Berechnung des erblichen Streuungsanteiles (Erblichkeitsgrad-Heritabilität) von folgendem Ansatz aus:

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_U^2 + \sigma_{GU}^2$$

Die „phänotypische Varianz“ wird also additiv aus den Varianzkomponenten konstruiert. Es ist nun nicht recht einzusehen, warum diese konstruierte phänotypische Varianz größer sein soll als die experimentell ermittelte Gesamtvarianz, die ja schließlich der direkte Schätzwert für die Variabilität der Phänotypen ist. Aus dem Kalkül der VA kann man leicht ableiten:

$$s_T^2 = \frac{u(g-1)}{g \cdot u - 1} \cdot s_G^2 + \frac{g(u-1)}{g \cdot u - 1} \cdot s_U^2 + s_{GU}^2$$

In der genetischen Literatur ist die phänotypische Varianz die Bezugsgröße für die Bewertung der Erblichkeit:

$$h_w^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2$$

In den genannten Veröffentlichungen wurde die Gesamtstreuung s_T^2 als Bezugsgröße verwendet:

$$H = \frac{u(g-1)}{g \cdot u - 1} \cdot s_G^2 / s_T^2$$

Da $\sigma_P^2 > s_T^2$ und $\sigma_{GU}^2 = s_{GU}^2$, so folgt, daß

$$\frac{u \cdot (g-1)}{g \cdot u - 1} \cdot s_G^2 < \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \quad \text{bzw.} \quad \frac{g \cdot (u-1)}{g \cdot u - 1} \cdot s_U^2 < \frac{\sigma_U^2}{\sigma_P^2}$$

Für $u \gg 2$ und $g \gg 2$ ist $H \approx h_w^2$.

Verwendet man s_T^2 als Bezugsgröße anstelle der konstruierten phänotypischen Varianz, so bedeutet dies also eine Sicherung gegen eine Überschätzung z. B. der Erblichkeit bei geringer Zahl verfügbarer Freiheitsgrade, d. h. bei kleinem Versuchsumfang.

Die Berechnung der relativen Streuungsanteile ist an Hand der VA recht einfach:

$$\frac{(g-1)(MQ_G - MQ_{GU})}{SQ_T} + \frac{(u-1)(MQ_U - MQ_{GU})}{SQ_T} + \frac{MQ_{GU} \cdot u}{MQ_T} = 1.$$

Literatur

1. LEIN, A., und J. FLECHSIG: Über die Mahlfähigkeit als Sorteneigenschaft. Getreide und Mehl 6, 1—3 (1956).
2. POLLMER, G.: Untersuchungen zur Ertragsbildung bei Sommerweizen. Z. f. Pflanzenzüchtung 37, 231—262 (1957). Ferner einige nicht publizierte Vorträge des Verfassers.

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Vordringliche Aufgaben bei der Züchtung des Chinakohls *Brassica pekinensis* Rupr.*

Von M. STEIN, K. SKIEBE und W. JAHR

Mit 8 Abbildungen

Zu den Aufgaben der Qualitätszüchtung gehört nach BECKER (1956) nicht nur die qualitative Verbesserung der bei uns verbreiteten Kulturpflanzen, sondern auch die Einführung hochqualitativer Kulturpflanzen aus anderen Ländern. Ein typisches Beispiel dafür bietet der Chinakohl, der auch gelegentlich Peking- oder Selleriekohl genannt wird. Auf die besonders gute Qualität vom Chinakohl hat SCHUPHAN bereits 1948 in einer umfangreichen Darstellung über den ernährungsphysiologischen Wert der verschiedenen Gemüseformen hingewiesen. Auch aus einer weiteren Arbeit, in der SCHUPHAN (1955) u. a. die ertragreichen sowie die hochqualitativen

Kohlgemüseformen miteinander vergleicht, ist die besondere Bedeutung des Chinakohls zu ersehen (Tab. 1). Dabei fällt die ausgezeichnete biologische Wertigkeit des Eiweißes auf, die von keinem anderen Gemüse auch nur annähernd erreicht wird. Den außergewöhnlichen Wert des Chinakohleiweißes haben bereits KAO, ADOLPH und LIU (1935) betont. NEHRING (1955) machte ebenfalls auf die gute Zusammensetzung des Eiweißes mit den entscheidenden Aminosäuren aufmerksam. Dieses wertvolle Eiweiß wird außerdem in einer Menge je ha produziert, mit der selbst die ertragreichsten Kohlformen nicht konkurrieren können. Auch beim Vitamin C und Provitamin A werden bei einem guten Gehalt erstaunliche Werte in der Flächenproduktivität erzielt. Hinzu kommt,

* Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 46.

daß der Chinakohl infolge seiner zarten Konstitution besonders gut als Rohkost- oder Sauerkohlsalat zubereitet werden kann, wobei das Vitamin C nicht zerstört wird. Ein weiterer Vorteil des Chinakohls besteht darin, daß er sich im Herbst als Zweitfrucht in eine Kulturfolge gut einordnen läßt. Schließlich fallen bei der Chinakohlernte neben den marktfertigen Köpfen in annähernd gleicher Menge Umblätter an, die ein ausgezeichnetes Grünfutter darstellen. Bei der außerordentlichen Massenwüchsigkeit des Chinakohls könnte man sogar daran denken, den Chinakohl als Herbstzwischenfrucht für Futterzwecke anzubauen.

Es ist auffallend, daß der Chinakohl nur in Ostasien eine ausgedehnte Verbreitung erfahren hat. Dort kultiviert man ihn schon seit dem 5. Jahrhundert (THOMPSON 1949). Obwohl der Chinakohl Ende des 19. Jahrhunderts nach Nordamerika und Europa kam, wird er bis heute in Nordamerika nur wenig, in Europa kaum genutzt. Für Australien macht ORMAN (1949) auf die Bedeutung von Chinakohl aufmerksam und empfiehlt einen Anbau. In Deutschland haben außer SCHUPHAN (1948) noch BECKER (1956), REINHOLD (1959), FRÖHLICH u. HENKEL (1959) sowie FRÖHLICH u. HÖRNECKE (1960) auf die Anbauwürdigkeit von Chinakohl hingewiesen.

Tabelle 1. Qualität von Chinakohl im Vergleich mit Gemüsekohlformen (nach SCHUPHAN 1955 gekürzt).

Gemüsekohlform	marktfertiges Nutzungsorgan dt/ha	Reinweiß		Eiweißqualität EAA-Index	Vitamin C		Provitamin A (Karotin)	
		g je 100 g frisch	kg/ha		mg je 100 g frisch	kg/ha	mg je 100 g frisch	kg/ha
Rosenkohl	60	2,4	144	55	104	6	0,60	0,03
Grünkohl	140	2,4	336	64	101	14	2,20	0,30
Blumenkohl	240	1,5	360	62	91	22	0,05	0,01
Rotkohl	450	0,4	180	45	81	36	—	—
Wirsingkohl	500	0,6	300	50	54	27	—	—
Weißkohl	750	0,4	300	41	43	32	Spuren	—
Chinakohl	400	1,3	520	76	80	32	0,70	0,28

Die systematische Stellung des Chinakohls, *Brassica pekinensis* Rupr., in der Gattung *Brassica* ist noch nicht endgültig geklärt. Außer Zweifel steht, daß *B. pekinensis* mit $2n = 20$ Chromosomen in die sogen. Campestrisgruppe gehört (OLSSON 1954). Jedoch wird der Chinakohl einmal als selbständige Art geführt (BAILEY 1922, 1930; SINSKAJA 1928; MANSFELD 1959), zum anderen als Unterart von *B. campestris* L. (PEARSON 1928; OLSSON 1954) bzw. als Varietät von *B. chinensis* L. (SUN 1946) angesehen. Wir möchten uns den Autoren anschließen, die *B. pekinensis* als selbständige Art betrachten. Die Formenmannigfaltigkeit der Art ist von KRAUS (1940) an dem Nutzungsorgan sowie von MCGUGAN (1948) an den Samen und Sämlingen untersucht worden.

Im allgemeinen lassen sich die Chinakohlarten den drei Typen Chihli, Wong Bok und Petsai zuordnen (Abb. 1). Für diese Sortentypen sind besonders die in Tab. 2 wiedergegebenen Kopfmerkmale charakteristisch.

Tabelle 2. Unterscheidungsmerkmale der Sortentypen.

Unterscheidungsmerkmale	Chihli	Wong Bok	Petsai
Stellung der Blätter	schwach überlappend	stark überlappend	nicht überlappend
Kopffestigkeit	gut	mittel bis gut	schlecht
Kopflänge cm	30—50	25—50	25—40
Kopfdurchmesser cm	8—14	10—25	12—18



Abb. 1. Sortentypen beim Chinakohl. — Von links nach rechts: Chihli, Wong Bok, Petsai.

In Ostasien sind vor allem Wong Bok und Petsai verbreitet, während Chihli weniger angebaut wird. In Nordamerika und Europa dagegen haben sich — wenn überhaupt — Chihli und Wong Bok durchgesetzt.

Unser Ausgangsmaterial bestand aus Wong Bok- und Chihli-Formen. Bei Wong Bok handelt es sich um verschiedene Herkünfte aus China¹.

Vom Chihli-Typ verwendeten wir die einzige deutsche Sorte Granat (syn. Kantoner)² und mehrere von uns entwickelte polyploide Zuchtstämme. Den Petsai-Typ bezogen wir in die folgenden Untersuchungen nicht ein, da er sich auch nach unseren Erfahrungen für einen Anbau unter hiesigen Verhältnissen schlecht eignet.

Trotz seiner außerordentlichen Bedeutung hat sich der

Chinakohl im Gemüsebau bisher kaum durchgesetzt. Diese Tatsache beruht zum großen Teil darauf, daß ein sicherer Freilandanbau, eine längere Lagerung und ein erfolgreicher Anbau unter Glas große Schwierigkeiten bereiten. Die erwähnten Schwierigkeiten lassen sich nach unseren Erfahrungen in erster Linie durch die Züchtung beheben. Bevor wir uns aber mit speziellen züchterischen Fragen befassen konnten, war es nötig, bestimmte Probleme des Freilandanbaues, der Lagerung wie auch des Treibhanbaues zu klären.

Beim Freilandanbau des Chinakohls wird ein sicherer Ertrag an marktfähigen Köpfen besonders durch das Auftreten von Schossern gefährdet. Diese starke Schoßneigung liegt vor allem an der ausgeprägten Reaktion auf Tageslänge und Temperatur. BREMER (1934, 1937) bezeichnet den Chinakohl als Langtagpflanze, da er in seinen Untersuchungen fand, daß die Pflanzen unter Langtagbedingungen besonders zeitig zum Schossen kamen. Seine Beob-

¹ Für die Überlassung des Saatgutes danken wir Herrn Prof. Dr. DASKALOFF (Sofia), Herrn Prof. Dr. MANSFELD † (Gatersleben) und Herrn Prof. Dr. SÖRGE (Quedlinburg).

² Herkunft Deutscher Saatgut Handelsbetrieb Quedlinburg.

achtungen wurden von ROBERTS u. STRUCKMEYER (1937, 1939) sowie von LORENZ (1946) bestätigt und dahingehend ergänzt, daß neben dem Langtag auch niedrige Temperaturen die Blütenbildung fördern. Über den Einfluß der niedrigen Temperaturen auf die Schoßneigung des Chinakohls berichten außerdem AIDA u. SHIRAI (1953), NAKAGAWA u. HENMI

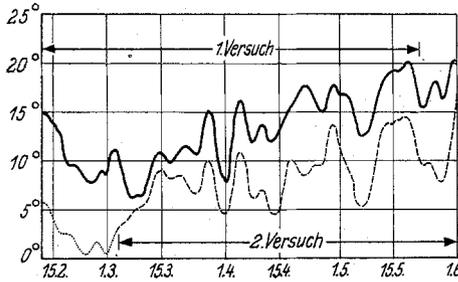


Abb. 2. Temperaturtrend während der Frühjahrsversuche (Tagesmittel). — Ausgezogene Linie: Vegetationshalle; gestrichelte Linie: Drahhalle.

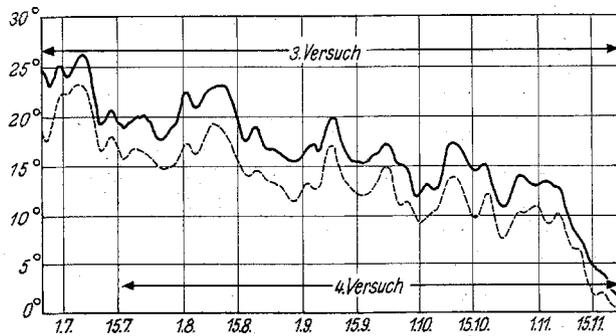


Abb. 3. Temperaturtrend während der Herbstversuche (Tagesmittel). — Ausgezogene Linie: Vegetationshalle; gestrichelte Linie: Drahhalle.

(1954, 1958) sowie YAMASAKI (1956). Um auch für unsere Verhältnisse den Einfluß der Tageslänge und insbesondere der Temperatur auf das Schossen zu prüfen, führten wir eine Reihe von Gefäßversuchen durch.

Als Versuchsglieder verwandten wir vom Typ Wong Bok die Herkünfte Kunming, Shenyang und Peking, sowie vom Typ Chihli die 2x Gruppensorte Granat und zwei 4x Zuchtstämme. Jedes Versuchsglied umfaßte 50 Pflanzen. Die Versuche wurden 1957 in einer Vegetationshalle mit dazugehöriger Drahhalle und Dunkelraum vorgenommen. Wir führten zu vier verschiedenen Terminen korrespondierende Tageslängen- und Temperaturversuche durch (Tab. 3). Bei den Tageslängenversuchen waren die 25 Pflanzen der Variante „Langtag“ der natürlichen Tageslänge ausgesetzt. Die Berechnung erfolgte nach den astronomischen Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten für Mitteleuropa. Die 25 Pflanzen der Variante „Kurztag“ erhielten nur 8 Stunden —

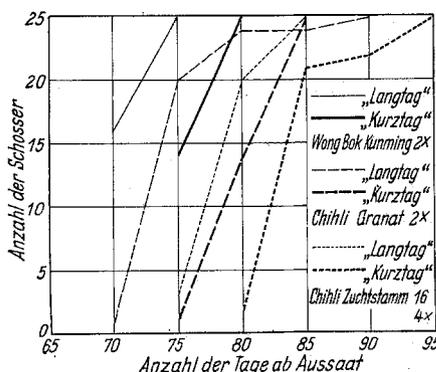


Abb. 4. Schoßperiode im ersten Tageslängenversuch.

Tabelle 3. Bedingungen der Tageslängen- und Temperaturversuche.

Versuchs-Nr.	Versuchsdauer	Variante	Tageslänge bzw. Durchschnittstemperatur
1	12. 2.—22. 5.	„Kurztag“	8 Std.
		„Langtag“	9¾—16 Std.
		„Kalt“	8,5° C
		„Warm“	13,5° C
2	4. 3.— 1. 6.	„Kurztag“	8 Std.
		„Langtag“	11—16½ Std.
		„Kalt“	9,2° C
		„Warm“	15,1° C
3	22. 6.—23. 11.	„Kurztag“	8 Std.
		„Langtag“	16¾—8½ Std.
		„Kalt“	14,5° C
		„Warm“	17,8° C
4	16. 7.—23. 11.	„Kurztag“	8 Std.
		„Langtag“	16¼—8½ Std.
		„Kalt“	13,0° C
		„Warm“	16,4° C

von 8 bis 16 Uhr — Tageslicht. Bei den Temperaturversuchen wurden die Temperaturunterschiede zwischen der Drahhalle (Freiland) und der Vegetationshalle (Gewächshaus) ausgenutzt. Die Pflanzen der Variante „Kalt“ standen während der genannten Versuchsdauer im Freiland, die Pflanzen der Variante „Warm“ befanden sich im gleichen Zeitraum ständig in der Vegetationshalle. Die Temperaturdifferenzen zwischen beiden Standorten (Abb. 2 u. 3) erwiesen sich als signifikant. Die jeweiligen Temperaturen wurden in den Mitscherlichgefäßen in 5 cm Tiefe mittels Maximum-Minimum-Bodenthermometer gemessen. Alle Versuche begannen im allgemeinen mit der Aussaat. Bei den Temperaturversuchen sollte eine Vernalisation der Samen ausgeschlossen werden. Deshalb wurde die Anzucht der Pflanzen für beide Varianten im Frühjahr unter warmen Temperaturen vorgenommen und erst nach 20 Tagen mit den Versuchen angefangen. Wir zählten die schossenden Pflanzen alle fünf Tage aus. Für unsere Untersuchungen erwies sich bemerkenswerterweise das Auftreten der ersten schossenden Pflanzen — kurz Schoßbeginn genannt — als repräsentativer Maßstab. Während der gesamten Periode des Schossens blieb die beim Schoßbeginn festgestellte Differenz sowohl zwischen den einzelnen Varianten wie auch zwischen den einzelnen Versuchsgliedern immer erhalten. Auch die geringsten Unterschiede beim Schoßbeginn — wie sie z. B. beim ersten Tageslängenversuch auftraten — blieben während der gesamten Schoßperiode bestehen (Abb. 4). In dieser Abbildung sind von allen Versuchsgliedern nur die charakteristischen Formen dargestellt. Auch bei unseren folgenden Betrachtungen beschränken wir uns auf diese Formen. Die Ergebnisse aller Versuche wurden nach der Differenzmethode verrechnet (MUDRA 1958).

Aus den Tageslängenversuchen (Tab. 4) ist zu ersehen, daß beim Chinakohl sowohl bei der Variante „Kurztag“ wie auch bei der Variante „Langtag“ die Pflanzen zum Schossen kamen, jedoch mit

Tabelle 4. Anzahl Tage von der Aussaat bis zum Schoßbeginn bei den Tageslängenversuchen.

Versuchsglied	Variante	Versuch			
		1	2	3	4
Wong Bok (Kunming) 2x	„Kurztag“	75	65	90	100
	„Langtag“	70	60	60	85
Chihli (Granat) 2x	„Kurztag“	75	75	125	115
	„Langtag“	70	65	95	100
Chihli (Stamm 16) 4x	„Kurztag“	80	85	150	125
	„Langtag“	75	75	125	115
		Frühjahrsversuche		Herbstversuche	

dem Unterschied, daß die Pflanzen bei „Langtag“ eher schoßten als die Pflanzen bei „Kurztag“ ($P < 0,1\%$). Dieser Unterschied ist sowohl im Frühjahr bei zunehmenden als auch im Herbst bei abnehmenden Langtagbedingungen festzustellen. Wie aus Tab. 4 weiterhin zu entnehmen ist, schoßte der Wong Bok-Typ immer zeitiger als der Chihli-Typ und bei letzterem die 2x Sorte eher als der 4x Zuchtstamm ($P < 5,0\%$). Auch BREMER (1934, 1937) und LORENZ (1946) stellten übereinstimmend fest, daß die Pflanzen bei Langtag eher blühten als bei Kurztag, und daß Wong Bok in der Regel zeitiger zum Blühen kommt als Chihli.

Während die Tageslängenversuche sowohl im Frühjahr wie im Herbst eine gleiche Tendenz zeigten, d. h. die Pflanzen bei Langtag immer am zeitigsten schoßten, ist bei den Temperaturversuchen solch eine einheitliche Tendenz nicht festzustellen (Tab. 5). Die Pflanzen der Variante „Warm“ schoßten bei den Versuchen im Frühjahr zuerst, im Herbst dagegen zuletzt, bei der Variante „Kalt“ war es folglich umgekehrt ($P < 0,1\%$). Dieser auffallende

Tabelle 5. Anzahl Tage von der Aussaat bis zum Schoßbeginn bei den Temperaturversuchen.

Versuchsglied	Variante	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Wong Bok (Kunming) 2 x	„Kalt“	70	70	55	60
	„Warm“	60	55	65	100
Chihli (Granat) 2 x	„Kalt“	75	75	90	95
	„Warm“	60	65	120	110
Chihli (Stamm 16) 4x	„Kalt“	80	80	105	105
	„Warm“	70	75	140	120
		Frühjahrsversuche		Herbstversuche	

Unterschied zwischen den Frühjahrs- und Herbstversuchen kann nur auf den verschiedenartigen Temperaturverlauf zurückgeführt werden. Im Frühjahr haben wir zunehmende, im Herbst abnehmende Temperaturen (vgl. Abb. 2 u. 3). Sind die Temperaturen anfangs niedrig, später hoch, dann treten die ersten Schosser in der Variante „Warm“ auf. Sind dagegen die Temperaturen anfangs hoch und später niedrig, dann schossen die Pflanzen bei der Variante „Kalt“ zuerst. Bemerkenswerterweise zeigen die Versuchsglieder in der Schoßempfindlichkeit bei den Temperaturversuchen die gleiche Reihenfolge wie bei den Tageslängenversuchen. In allen Fällen schoßte der 2x Wong Bok-Typ am zeitigsten, der 4x Zuchtstamm am spätesten ($P < 5,0\%$). Ähnliche Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf das Schossen führte außerdem noch LORENZ (1946) durch. Seine Arbeiten kann man allerdings nur mit unseren Frühjahrsversuchen vergleichen. Die Ergebnisse von LORENZ, die er am Petsai-Typ ermittelte, stimmen im Prinzip mit den unsrigen überein. Er kommt sogar zu der Schlußfolgerung, daß hohe Temperaturen nach vorheriger Einwirkung von niedrigen das Schossen am stärksten fördern. In anderen Arbeiten wurde der in diesem Zusammenhang wichtigen Frage nachgegangen, bei welchen Temperaturen der Chinakohl überhaupt zum Schossen kommt. So gaben AIDA und SHIRAI (1953) sowie YAMASAKI (1956) an, daß nur unter

12 °C bzw. 13 °C eine Blütenbildung ausgelöst wird. ROBERTS u. STRUCKMEYER (1939) sowie LORENZ (1946) haben ebenfalls eine ausgeprägte schoßfördernde Wirkung der Temperatur unter 13 °C festgestellt. Aus ihren Versuchen ist aber außerdem zu ersehen, daß auch oberhalb 13 °C eine Schoßneigung besteht, die allerdings nur schwach ist. Bei Temperaturen über 21 °C (ROBERTS u. STRUCKMEYER 1939) oder über 27 °C (LORENZ 1946) kommen die Pflanzen nicht mehr zum Schossen. Eine Betrachtung sämtlicher Temperaturversuche zeigt, daß es zwischen zwei Grenzwerten einen Temperaturbereich gibt, in dem zwar eine schwache Schoßneigung induziert, aber das tatsächliche Auftreten von Schossern stark von anderen Umweltfaktoren beeinflusst wird.

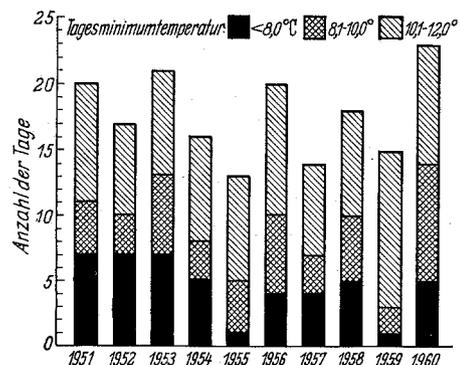


Abb. 5. Tagesminima $< 12^{\circ}\text{C}$ in der Zeit vom 16. Juli bis 15. August während der letzten zehn Jahre in Quedlinburg. (Für die Überlassung der Temperaturwerte danken wir Herrn Dr. UNGER, Quedlinburg.)

Wenn unsere Gefäßversuche auch in erster Linie die Aufgabe hatten, Grundlagen für die Züchtung auf Schoßfestigkeit zu schaffen, so können die Versuche aber gleichzeitig die bisherigen Anbauverfahren ergänzen. BECKER-DILLINGEN (1956), REINHOLD (1959) sowie FRÖHLICH u. HÖRNECKE (1960) empfehlen, den Chinakohl Mitte Juli ins Freiland auszusäen. Nach unseren Erfahrungen jedoch treten bei einer solchen Anbauweise in den meisten Jahren verhältnismäßig viele Schosser auf. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß die Pflanzen schon in den ersten Wochen nach der Aussaat niedrigen Temperaturen ausgesetzt sind. Wie Abb. 5 zeigt, liegen die Temperaturminima zwischen dem 16. VII. und 15. VIII. sehr häufig unter 12 °C. Wir haben nun festgestellt, daß man das Auftreten von Schossern selbst in den ungünstigsten Jahren verhindern kann, wenn man bei der angegebenen Aussaatzeit verbleibt, aber eine warme Anzucht bei $\pm 20^{\circ}\text{C}$ im Gewächshaus oder im Kasten vornimmt, und die Pflanzen etwa vier Wochen nach der Aussaat mit Topfballen auspflanzt. Dieses Vorgehen, das zwar einen gewissen Aufwand verursacht, wird zunächst auch nicht durch eine Verschiebung des Aussaattermines zu umgehen sein. Sät man den Chinakohl später als Mitte Juli aus, so ist die Gefahr des Auftretens von Schossern interessanterweise etwas geringer, aber das Kopfgewicht sinkt auf jeden Fall stark ab, bzw. es unterbleibt jegliche Kopfbildung. Bei einer Freilandaussaat vor Mitte Juli ist ein steigender Anteil von Schossern zu verzeichnen, so daß dadurch wieder der Ertrag an marktfähigen Köpfen abfällt.

Weitere spezielle Hinweise für die Kultur des Chinakohls finden sich bei BECKER-DILLINGEN (1956), REIN-

HOLD (1959) und FRÖHLICH u. HÖRNECKE (1960). Es erübrigt sich in diesem Zusammenhang darauf einzugehen. Wir möchten lediglich auf die Bedeutung einer intensiven Insektenbekämpfung aufmerksam machen, da Insekten nicht nur direkt die Pflanze schädigen, sondern auch die Erreger einer Bakterienfäule übertragen können (CHU, YUEN u. WANG 1955, HACKEL 1960). Diese wird hervorgerufen durch *Erwinia carotovora* (Jones) Holland und *Erwinia aroideae* (Townsend) Holland und führt zu einer völligen Zersetzung des Gewebes (HWANG 1935, HACKEL 1960). Bei richtiger Kultur tritt die Krankheit bis zur Ernte nicht wesentlich in Erscheinung.

Auf Grund der guten Qualität ist es wünschenswert, den Chinakohl über einen längeren Zeitraum auf den Markt zu bringen. Daher ist eine Lagerung dieses wertvollen Gemüses notwendig. Zunächst läßt sich die Ernte im Herbst einige Wochen ausdehnen. Der Chinakohl kann, nachdem er Mitte bis Ende Oktober erntefähig ist, noch 3—4 Wochen auf dem Felde stehen bleiben, ohne daß die Kopfqualität wesentlich gemindert wird. Um die Verbraucher aber noch länger mit diesem Gemüse in frischer Form zu versorgen, muß ein Teil der marktfähigen Köpfe gelagert werden. Dafür ist es notwendig, die Ernte zum optimalen Zeitpunkt vorzunehmen. Wie viele andere Gemüse kann der Chinakohl dann in Erdmieten oder Kästen eingeschlagen werden. Bei einem solchen Verfahren ist infolge zunehmender Verluste eine rentable Lagerung höchstens bis Ende Dezember möglich (FRÖHLICH u. HENKEL 1959). Eine Lagerung darüber hinaus läßt sich nach unseren Erfahrungen nur in zweckentsprechenden Kellerräumen durchführen, wobei wir die Köpfe, wie in China üblich, mit Wurzeln eingeschlagen haben.

In den ersten Wochen der Lagerung beruhen die Ausfälle vor allem auf Verlusten durch Atmung, die um so geringer sind, je niedriger die Temperaturen liegen. Von FRÖHLICH u. HENKEL (1959) werden für den Chinakohl als Lagerungstemperatur + 2 °C bis + 6 °C angegeben. THOMPSON (1949) verlangt sogar eine Lagerungstemperatur von 0 °C. Nach unseren Erfahrungen wird sich selbst bei der angeführten Lagerungsmethode vor allem im November und Dezember eine Temperatur von + 6 °C nicht erreichen lassen, da die Außentemperaturen in dieser Zeit bei uns noch zu hoch liegen. Man wird deshalb nur mit Hilfe eines größeren technischen Aufwandes die Lagerungstemperaturen herunterdrücken können.

Weitere Ausfälle bei der Lagerung, die allerdings erst nach mehreren Wochen auftreten, werden durch Schosser verursacht. Sie sind besonders bei einem Einschlag mit Wurzeln festzustellen. Die Pflanzen sind schon auf dem Felde vor dem Einschlag durch niedrige Temperaturen induziert worden und kommen daher selbst bei Dunkelheit und ± 8 °C zum Schossen. Bemerkenswerterweise wird bei der Lagerung der prozentuale Anteil der Schosser deutlich durch die relative Luftfeuchtigkeit des Lagerraumes beeinflusst. So konnten wir feststellen, daß Anfang Februar bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von $\pm 90\%$ fast alle Köpfe, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von $\pm 70\%$ dagegen nur die Hälfte geschoßt waren. Die von THOMPSON (1949) geforderte relative Luftfeuchtigkeit von 90% können wir also für die Lagerung nicht empfehlen.

Schließlich treten mit zunehmender Lagerzeit noch stärkere Verluste durch die Bakterienfäule auf. Selbst Köpfe, die bei der Einlagerung keine Symptome dieser Krankheit zeigen, sind zum größten Teil schon infiziert und können daher faulen. Eine direkte Bekämpfung der Bakterienfäule ist nicht möglich. Man kann allerdings die Ausprägung der Krankheit einschränken. So schlägt HACKEL (1960) vor, die Lagerungsräume vor allem trocken zu halten. Wir konnten feststellen, daß bei $\pm 70\%$ relativer Luftfeuchtigkeit bis Anfang Februar nur etwa 12% der eingelagerten Köpfe verfault waren, während bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von $\pm 90\%$ bis zur gleichen Zeit fast alle Köpfe durch Bakterienfäule ausfielen. Auch daraus sieht man, wie wichtig es ist, die relative Luftfeuchtigkeit niedrig zu halten.

Die bisherigen Erörterungen zeigen, daß für eine längere Lagerung Kellerräume geeignet sind, in denen möglichst die Temperatur unter + 6 °C und die relative Luftfeuchtigkeit unter 65% gehalten werden können.

Nachdem wir festgestellt hatten, unter welchen Bedingungen sich der Chinakohl am besten lagern läßt, prüften wir das uns zur Verfügung stehende Material auf idiosynkratische Unterschiede in der Lagerungseignung. Wir berücksichtigten insbesondere das Auftreten der Schosser und der Bakterienfäule, da beide Verlustquellen zum Ausfall von ganzen Köpfen führen. In Tab. 6 werden die Ergebnisse der drei vorn erwähnten Vertreter unserer Versuchsglieder wiedergegeben (vgl. S. 354). Aus den Werten ist eindeutig zu entnehmen, daß die 4x Chihli-Formen schoßfester und außerdem widerstandsfähiger gegen die Bakterienfäule sind als die 2x Chihli- und 2x Wong Bok-Formen.

Wegen der großen Bedeutung des Chinakohls war es schließlich von außerordentlicher Wichtigkeit zu untersuchen, ob sich die Anbauzeit des Chinakohls durch einen Anbau unter Glas verschieben läßt. Bisher wurde nur gelegentlich auf einen Treibebau hingewiesen (BREMER 1937, BECKER-DILLINGEN 1956). Um Unterlagen über die Treibeignung des Chinakohls zu erhalten, führten wir mit unserem Material im Gewächshaus mehrere Treibversuche mit verschiedenen Aussaatzeiten durch. Je nach Aussaatzeit waren die Lichtverhältnisse und die relative Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Versuchen unterschiedlich. Die Temperaturen wurden in allen Versuchen gleich gehalten und betragen bei der Anzucht ± 20 °C, bei der Kultur 15°—20 °C. Wir untersuchten vor allem das Auftreten der Schosser und der Bakterienfäule sowie zusätzlich noch die Kopfbildung, da diese drei Faktoren den größten Einfluß auf den Anbauerfolg haben.

Tabelle 6. Ergebnisse der Einlagerungsversuche bei 65—70% relativer Luftfeuchtigkeit und 6—8°C Temperatur.

Versuchsglied	Ausfall an Köpfen durch Schosser in %			Ausfall an Köpfen durch Fäule in %		
	Anf. Jan.	Anf. Febr.	Anf. März	Anf. Jan.	Anf. Febr.	Anf. März
Wong Bok (Kunming) 2x	46,0	79,9	95,2	11,5	14,4	67,2
Chihli (Granat) 2x	33,3	63,4	79,4	8,1	18,0	58,0
Chihli (Stamm 16) 4x	25,9	44,6	53,9	1,8	11,3	22,7

Tabelle 7. Übersicht über die Treibversuche im Gewächshaus.

Aussaatzzeit:	Anfang August	Anfang September	Ende November	Ende Dezember	Ende Januar
Erntezeit:	Ende November	Ende Dezember	Ende April	Ende April	Anfang Mai
Kopfgewicht:	sehr gut	schlecht	gut	gut	gut
Schosser:	keine	keine	viele	viele	sehr viele
Bakterienfäule:	schwach	schwach	stark	stark	mittel
	Herbsttreiberei		Frühjahrstreiberei		

Marktfähige Köpfe mit einem hohen Gewicht werden nur gebildet, wenn man die Aussaat bis Anfang August vornimmt (Tab. 7). Bei Aussaaten von Mitte August bis Mitte November ist die Kopfbildung ungenügend. Erst Aussaaten ab Ende November bringen wieder große Köpfe. Diese Feststellungen lassen sich verhältnismäßig leicht erklären. Unter unseren Verhältnissen sind in den Spätherbst- und Wintermonaten die Tageslängen kurz und ist die Lichtintensität gering, so daß nur eine verhältnismäßig schwache Assimilation stattfindet. Dieser schwachen Assimilation steht eine starke Atmung gegenüber, da der Chinakohl bei hohen Temperaturen kultiviert werden muß. Daraus resultiert ein geringer Assimilationsgewinn, der für eine gute Kopfbildung nicht ausreicht. Bei einer Aussaat bis Anfang August oder nach Ende November haben die Pflanzen während ihres Wachstums längere Tage mit größerer Lichtintensität zur Verfügung, so daß ein ausreichender Assimilationsgewinn erzielt werden kann.

Neben der Kopfbildung untersuchten wir auch das Auftreten der Schosser (Tab. 7). Es ist auffallend, daß wir bei der Herbsttreiberei keine Schosser beobachteten. Dagegen kamen bei einem Treibanbau im Frühjahr die Pflanzen häufig zum Schossen, besonders zahlreich aber bei einer Aussaat Ende Januar. Diese Ergebnisse beruhen auf einer spezifischen Wechselwirkung zwischen Temperatur und Tageslänge (vgl. S. 355). Alle Versuche wurden bei mittleren Temperaturen durchgeführt. Da nur eine schwache Blüteninduktion stattfand, konnten sich in erster Linie die Einflüsse der Tageslängen in besonderem Maße auswirken. So entstanden bei der Herbsttreiberei deshalb keine Schosser, weil die Tageslängen nicht ausreichten, die induzierten Pflanzen zum Schossen zu bringen. Im Frühjahrstreibanbau dagegen kommt der Chinakohl hauptsächlich in seiner späteren Entwicklung zunehmend unter den Einfluß von längeren Tagen, die das Schossen stark fördern. Die sich in diesem Zusammenhang ergebenden Fragen werden später noch ausführlich diskutiert (vgl. S. 358).

In den Versuchen trat die Bakterienfäule immer — wenn auch mit unterschiedlicher Stärke — auf (Tab. 7), obwohl wir gegen diese Krankheit prophylaktische Maßnahmen anwendeten. Vor jeder Aussaat desinfizierten wir die Gewächshäuser; während der Vegetation führten wir eine intensive Insektenbekämpfung durch und versuchten wir, die relative Luftfeuchtigkeit durch ein starkes Lüften zu senken. Zu einem Verfaulen der ganzen Köpfe kam es in den Versuchen sehr selten, dagegen war zu beobachten, daß ein großer Prozentsatz der Pflanzen deutlich Symptome der Krankheit zeigte. Vor

allem an den Blattspitzen stellten wir Faulstellen fest, die sich häufig so stark ausdehnten, daß die Köpfe nicht mehr marktfähig waren (Abb. 6). Der Unterschied im Auftreten der Bakterienfäule zwischen Herbst- und Frühjahrstreiberei ist wahrscheinlich auf einen verschiedenen starken Insektenbefall zurückzuführen. Im Herbst ist der Insektenbefall geringer als im Frühjahr, zumal es sich bei den Vektoren wahrscheinlich in erster Linie um Blattläuse handelt. Für das besonders starke Auftreten der Krankheit nach einer Aussaat im Novem-

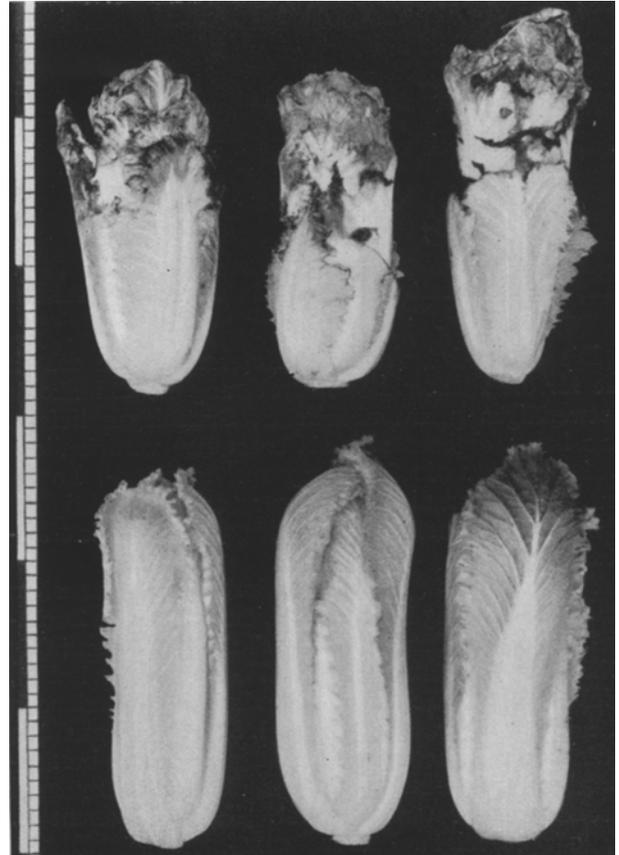


Abb. 6. Chinakohlköpfe aus dem Treibanbau. — Oben: Durch Bakterienfäule nicht mehr marktfähige Köpfe; unten: Gesunde marktfähige Köpfe.

ber oder Dezember ist außerdem noch die relative Luftfeuchtigkeit verantwortlich zu machen. Diese war in den Gewächshäusern oft für längere Zeit sehr hoch, da wegen der niedrigen Außentemperatur in den Wintermonaten nicht ausgiebig genug gelüftet werden konnte.

Da eine Treiberei im Gewächshaus schon sehr große Schwierigkeiten bereitet, kommt ein Treibanbau im Kasten noch weniger in Betracht.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß beim Treibanbau lediglich nach einer Aussaat bis Anfang August große Köpfe gebildet werden, keine Schosser auftreten sowie wenig kranke Pflanzen zu beobachten sind. Bei allen anderen Aussaatzeiten ist diese notwendige Kombination nicht gegeben. Praktisch ist aber ein Gewächshausanbau nach einer Aussaat Anfang August wenig sinnvoll, da bei dem wesentlich einfacheren Freilandanbau fast zur gleichen Zeit

geerntet werden kann. Unserem Erachten nach kann man für die Treiberei nur einen Anbau im Frühjahr vertreten. Dazu ist es aber notwendig, Sorten zu züchten, die auch bei einer Frühjahrstreiberei große Köpfe bilden, nicht so schnell schossen und eine gute Widerstandsfähigkeit gegen die Bakterienfäule besitzen. Bei dem von uns geprüften Material kommen wiederum die 4x Zuchtstämme dieser Forderung noch am nächsten (Abb. 7). Der 2x Wong Bok-Typ eignet sich am wenigsten zur Treiberei, der 2x Chihli-Typ nimmt eine Mittelstellung ein.



Abb. 7. Treibchinakohl. — Links: 2x Chihli (Granat); rechts: 4x Chihli (Zuchtstamm).

Die bisher besprochenen Untersuchungen sollten die für die züchterische Bearbeitung des Chinakohls notwendigen pflanzenbaulichen Grundlagen liefern. Aus ihnen ergeben sich als besonders vordringliche Aufgaben für die Züchtung von Freiland-, Lager- und Treibsorten die Verbesserung der Schoßfestigkeit sowie der Widerstandsfähigkeit gegen die Bakterienfäule.

Die **Schoßfestigkeit** ist für Sorten, die in unserem Raum Bedeutung haben sollen, das wichtigste Zuchtziel. Auch für Ostasien sind schoßfeste Sorten nötig (NAKAGAWA u. HENMI 1958). Wie wir gesehen haben, wirken auf das Schossen besonders die Tageslängen und die Temperaturen ein (vgl. S. 354). Betrachten wir nun die Ursachen des Schossens, so ist zu berücksichtigen, daß man bei einer Blütenbildung zwei Grundvorgänge unterscheidet. Nach MELCHERS u. LANG (1948) folgt auf die Determination der Blüten bzw. Blütenteile die Weiterentwicklung derselben bis zu fertigen Blüten.

Unter Berücksichtigung der entsprechenden Angaben für den Chinakohl (BREMER 1934, 1937; ROBERTS u. STRUCKMEYER 1939; LORENZ 1946; YAMASAKI 1956 und RUDORF 1958) kann man nach unserer Meinung zur Blütenbildung folgendes sagen: Die Determination der Blüten — der erste Vorgang der Blütenbildung — wird nicht durch die Tageslänge, sondern ausschließlich durch die Temperatur ausgelöst. Dabei sei betont, daß nur niedrige und mittlere Temperaturen eine Thermoinduktion¹ bewirken, hohe Temperaturen dagegen nicht. Die Stärke der Thermoinduktion ist von der Höhe der induzierenden Temperatur und der Dauer ihrer Einwirkung abhängig. Es läßt sich die Regel aufstellen, daß die Induktion um so stärker ist, je niedriger die Temperaturen sind und je länger sie einwirken. Ähnliche Verhältnisse sind auch bei anderen Gemüseformen zu beobachten (THOMPSON 1940, JUNGES 1959).

¹ THOMPSON (1940).

Die Weiterentwicklung der Blüten — der zweite Vorgang der Blütenbildung — wird, im Gegensatz zur Determination, durch mehrere Faktoren beeinflusst. Die entscheidenden Faktoren sind dabei Tageslänge und Temperatur. Hinsichtlich der Tageslänge ist festzustellen, daß die Weiterentwicklung der Blüten beim Langtag mehr gefördert wird als beim Kurztag. Die Pflanzen schossen also beim Langtag immer zeitiger als beim Kurztag. Jedoch ist das Ausmaß der Unterschiede zwischen Lang- und Kurztag von der Stärke der Thermoinduktion abhängig.

Nach einer starken Induktion sind die Unterschiede klein. Hat dagegen eine schwache Induktion stattgefunden, dann werden die Unterschiede sehr groß. Dabei kann es im Extremfall sogar dazu kommen, daß die Pflanzen nur noch unter Langtagbedingungen schossen.

Neben der Tageslänge wirkt aber auch die Temperatur auf die Weiterentwicklung der Blüten ein. Damit hat die Temperatur für den ersten und für den zweiten Vorgang der Blütenbildung Bedeutung. Der Temperatureinfluß auf die Weiterentwicklung der Blüten ist aber ebenfalls von der Stärke der Thermoinduktion abhängig. Nach einer starken

Induktion wird die Weiterentwicklung der Blüten durch hohe Temperaturen mehr gefördert als durch niedrige. Diese Tatsache ist ohne weiteres verständlich, da es sich bei dem zweiten Vorgang der Blütenbildung im wesentlichen um Wachstumsvorgänge handelt, die unter hohen Temperaturen schneller ablaufen. Sind die Pflanzen dagegen nur schwach induziert, so schossen sie bei niedrigen Temperaturen früher als bei hohen. Dieses zunächst überraschende Ergebnis läßt sich nach unseren Vorstellungen durchaus deuten. Niedrige Temperaturen haben in diesem Fall zusätzlich noch eine induzierende Wirkung. Sie verstärken auf diese Weise die schwache Induktion und schaffen damit die Voraussetzung für ein schnelles Schossen.

Von anderen Faktoren, wie Luftfeuchtigkeit und Düngung, die ebenfalls auf den zweiten Vorgang der Blütenbildung einwirken, wissen wir beim Chinakohl noch sehr wenig.

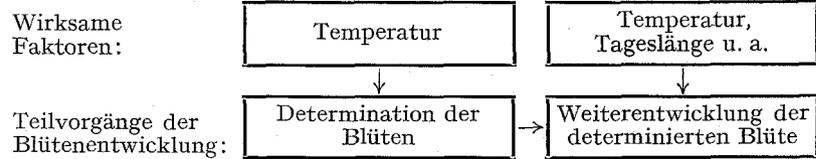
Nachdem wir in die Ursachen des Schossens einen gewissen Einblick gewonnen haben (Tab. 8), läßt sich für die Auslese ableiten, auf welchen Vorgang der Blütenbildung selektiert werden muß und welche Außenbedingungen dazu zweckmäßig sind. Eine Selektion, die den ersten Vorgang der Blütenbildung — die Determination der Blüten — berücksichtigt, führt zu solchen Idiotypen, die auf eine Thermoinduktion nicht zu empfindlich reagieren und bei denen das Wachstum unbeeinflusst geblieben ist. Eine Selektion dagegen, die sich auf den zweiten Vorgang der Blütenbildung — die Weiterentwicklung der Blüten — bezieht, ergibt solche Idiotypen, bei denen Wachstumsvorgänge langsamer ablaufen, die jedoch in ihrer Reaktion auf eine Thermoinduktion nicht beeinflusst sind. Eine erfolgreiche Selektion auf Schoßfestigkeit muß deshalb auf den ersten Vorgang der Blütenbildung ausgerichtet sein und darf nur die schoßfestesten Formen erfassen, die in ihrer Wüchsigkeit nicht beeinträchtigt sind. Für eine

solche Selektion hat von den Außenbedingungen die Temperatur die größte Bedeutung. Bei niedrigen Temperaturen kommt es zu einer starken Thermoinduktion, nach der die Pflanzen ohne genügende Kopfbildung zu schnell schossen und wodurch sich vorhandene Unterschiede im Material nicht erkennen lassen. Bei hohen Temperaturen dagegen erfolgt keine bzw. nur eine schwache Thermoinduktion, nach der die Pflanzen zwar gute Köpfe bilden, aber nur vereinzelt schossen, so daß eine Selektion auf Schoßfestigkeit nicht möglich ist. Für eine zweckmäßige Selektion müssen daher mittlere Temperaturen vorherrschen.

Neben der Schoßfestigkeit ist die Widerstandsfähigkeit gegen die **Bakterienfäule** vor allem für die Züchtung von Lager- und Treibsorten bei uns ein weiteres Zuchtziel. Da in Ostasien diese Krankheit bereits beim Freilandanbau stark auftritt, ist es dort sogar nötig, auch resistente Freilandsorten zu züchten. Bei der Widerstandsfähigkeit gegen die Bakterienfäule sind die Verhältnisse nun besonders kompliziert, zumal experimentelle Ergebnisse, die für die Selektion ausgewertet werden können, so gut wie gar nicht vorliegen. Das Auftreten der Bakterienfäule ist nicht nur von dem Erreger, sondern auch von den Überträgern des Erregers abhängig. CHIU, CHANG u. TAO (1955), CHIU u. YUEN (1956) und SHIMIZU, KANAZAWA u. KOBAYASHI (1958) fanden in ihrem Material Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit. Diese Befallsunterschiede beruhen sicher auf einer Resistenz gegenüber den Bakterien, die aber lediglich CHIU, CHANG u. TAO (1955) durch künstliche Infektionen bewiesen haben. Zweifellos darf nur diese Resistenz bei der Selektion berücksichtigt werden. Es hat sicher keinen Zweck, Idiotypen zu selektieren, die gegen die krankheitübertragenden Insekten resistent sind, da mehrere Arten aus verschiedenen Gattungen als Vektoren fungieren und bisher keine Unterschiede im Insektenbefall beobachtet wurden. Für die Selektion ist zu beachten, daß die Krankheit um so stärker auftritt, je intensiver der Insektenbefall ist und je höher Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind (HWANG 1935, CHIU, YUEN u. WANG 1955, HACKEL 1960). Diese modifizierenden Faktoren müssen bei der Selektion so gestaltet werden, daß man die idiotypischen Resistenzunterschiede klar erkennen kann. Bei einer Züchtung von Treibsorten darf deshalb weder eine starke Infektion durch Insekten erfolgen noch eine hohe Luftfeuchtigkeit vorherrschen, weil dann die Krankheit so stark auftritt, daß sich vorhandene Resistenzunterschiede verwischen. Es muß vielmehr versucht werden, die Insektenbekämpfung derart zu gestalten, daß es nur zu einem mittleren Befall kommt. Außerdem sollte man die relative Luftfeuchtigkeit so weit wie irgend möglich senken. Bei einer Züchtung von Sorten mit guter Lagerfähigkeit ist zu bedenken, daß bereits eine schwache Infektion im Freiland auf jeden Fall stattgefunden hat. Aus diesem Grunde braucht man in den Lagerräumen nur noch auf die Luftfeuchtigkeit zu achten, die auch in diesem Fall möglichst niedrig sein sollte.

So vordringlich Schoßfestigkeit und Resistenz gegen Bakterienfäule auch sind, so dürfen doch beide Zuchtziele bei der Selektion nicht für sich allein betrachtet

Tabelle 8. Ursache des Schossens.



werden. Schoßfeste und resistente Sorten haben nur dann eine volle Bedeutung, wenn bei ihnen alle anderen bereits erwähnten guten Eigenschaften erhalten geblieben sind. Aus diesem Grunde darf die Züchtung nur unter Bedingungen durchgeführt werden, die auch dem üblichen Gemüsebau weitgehend entsprechen. Nur wenn es sich darum handelt, vorhandene idiotypische Unterschiede auch deutlich zu markieren, sind bestimmte Abweichungen vertretbar. So wird man z. B. bei der Züchtung auf Schoßfestigkeit für Freilandsorten auf eine warme Vorkultur verzichten (vgl. S. 355).

Die Züchtung von Chinakohl unter unseren Verhältnissen ist immer daran gescheitert, daß eine **Samengewinnung** aus selektierten Köpfen bisher kaum möglich war. Die im Herbst eingeschlagenen Samenträger verfaulen bis Anfang April fast restlos. Man war deshalb gezwungen, durch eine Parallelaussaat im Frühjahr Samen von den Stämmen zu ernten, die sich bei einer vorhergehenden Herbstprüfung als wertvoll erwiesen hatten. Bei solch einem Parallelanbau kommen die Pflanzen unter Umweltbedingungen, die dem üblichen Anbau völlig widersprechen, so daß eine Selektion nicht möglich ist. Um diesen züchterischen Notbehelf zu vermeiden, gibt es auf Grund unserer Kenntnisse zur Zeit zwei Wege. Nachdem wir die entscheidenden Lagerungsbedingungen — niedrige Temperatur und niedrige relative Luftfeuchtigkeit — kennen (vgl. S. 356), ist es jetzt durchaus möglich, den größten Teil der Pflanzen einwandfrei zu überwintern. Die Voraussetzung dafür ist allerdings ein hoher technischer Aufwand. Dem zweiten Verfahren liegt die vegetative Vermehrung der selektierten Pflanzen zugrunde. Angeregt durch RUNDVELDT¹, der uns seine Arbeiten an anderen Kohlformen mündlich mitteilte, haben wir versucht, auch den Chinakohl zu verklonen. Dabei stellten wir fest, daß sich aus den Blattachsen mindestens vier Stecklinge und aus dem Vegetationspunkt ein Steckling gewinnen lassen (vgl. Abb. 8). Fast alle Stecklinge hatten sich nach zwei bis drei Wochen bewurzelt. Da aber trotz sorgfältiger Behandlung immer noch ein Teil der Stecklinge durch Fäulnis ausfällt, kann man im allgemeinen mit etwa drei Stecklingen pro Mutterpflanze rechnen.

Mit beiden Überwinterungsverfahren lassen sich Verluste durch Fäulnis weitgehend verhindern. Leider war es aber nicht möglich, gleichzeitig auch den Schoßtermin bis zum Auspflanzen der Köpfe bzw. Stecklinge hinauszuschieben. Die meisten Pflanzen kamen bis Ende Februar zum Blühen. Zu dieser Zeit bekommt man keinen befriedigenden Samenansatz, da der Chinakohl als Fremdbefruchter auf eine Bestäubung durch Insekten angewiesen ist (STOUT 1931; SHIBATA 1955, 1956, 1957c). Der Chinakohl soll erst endgültig zum Blühen kommen, wenn die erforderlichen Insekten vorhanden sind. Das notwendige Verschieben des Blühtermins läßt sich relativ leicht erreichen, wenn die ersten Blütentriebe bei

¹ RUNDVELDT (1960).

den Samenträgern bzw. Stecklingen gestutzt werden. Nach dem Stutzen bilden sich dann neue Blütentriebe aus den Achseln, die wesentlich später blühen. Im Bedarfsfall läßt sich das Stutzen noch einmal wiederholen.

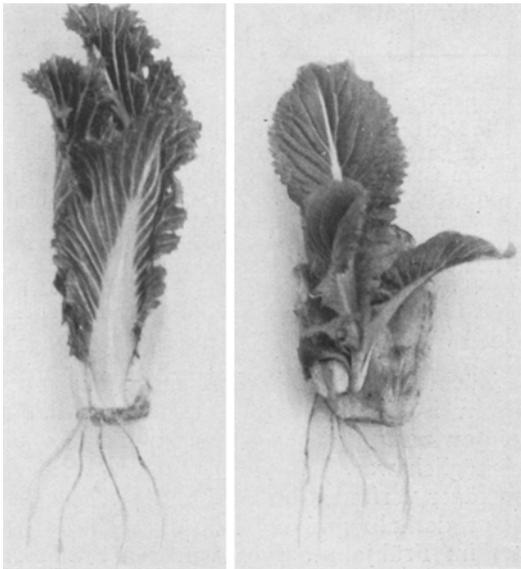


Abb. 8. Bewurzelte Stecklinge vom Chinakohl. — Links: Aus dem Vegetationspunkt; rechts: Aus der Blattachsel.

Schließlich ergibt sich noch die Frage, welches **Ausgangsmaterial** verwendet werden sollte, um den Chinakohl in der Schoßfestigkeit und in der Widerstandsfähigkeit gegen die Bakterienfäule zu verbessern. Nach unseren Ergebnissen eignen sich dazu Formen aus der Chihli-Gruppe am besten. Weiterhin zeigte sich, daß vom Chihli-Typ besonders polyploide Stämme für die erwähnten Zuchtziele aussichtsreich sind.

Es erscheint notwendig darzustellen, wie wir diese 4x Stämme entwickelt haben, da bei *Brassica*-Gemüseformen bisher keine positiven züchterischen Ergebnisse mit induziertem polyploiden Material erzielt werden konnten (RUNDFELDT 1960). Heterozygote Keimpflanzen der 2x Sorte Granat wurden 1950 mit Colchicin polyploidisiert. In den nachfolgenden Generationen konnten wir bei unserem 4x Material im Gegensatz zu FUKUSHIMA u. TOKUMASU (1957) sowie SHIBATA (1957a) kein Herabregulieren der Valenz auf die diploide Stufe beobachten. Jedoch stellten auch wir in den ersten Generationen die für colchicininduzierte Formen charakteristischen Fertilitätsstörungen fest. Es gelang dann, nach mehrmaligem freien Abblühen durch eine scharfe Elimination die Fertilitätsstörungen einzuschränken. So betrug die durchschnittliche Samenmenge pro Einzelpflanze in der C_1 nur 27,3 g, in der C_4 schon 45,5 g. Auch KADOTA u. ITO (1952) gelang es, die Fertilität in ihrem 4x Material zu verbessern. Nachdem zunächst einseitig auf Fertilität selektiert worden war, begannen wir ab 1954 vor allem mit der Auslese auf Schoßfestigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Bakterienfäule. Als Ergebnis entstanden mehrere 4x Stämme, die in diesen beiden Eigenschaften der 2x Sorte Granat überlegen sind, und bei denen das Kopfgewicht mindestens so hoch liegt wie bei der diploiden Ausgangssorte. Der Ertrag an marktfähigen Köpfen ist vor allem viel sicherer.

Zur Herstellung eines aussichtsreicheren polyploiden Materials sind wir noch einen anderen Weg

gegangen, bei dem die Polyploidisierung unmittelbar mit einem Befruchtungsvorgang gekoppelt ist (BECKER 1959). Zu diesem Zweck wurden Valenzkreuzungen zwischen 2x und 4x Chihli-Formen durchgeführt. Aus 120 Kreuzungen erzielten wir 19 Samen, von denen 12 keimten. Alle daraus entstandenen zwölf Bastarde hatten die Valenz 4x. Auch von NISHIYAMA u. INAMORI (1952, 1953) sowie von SHIBATA (1957b) wurden nach Valenzkreuzungen bei Chinakohl fast ausschließlich Bastarde mit der Valenz 4x festgestellt. Alle diese 4x Formen sind auf die Vereinigung von einer unreduzierten Gamete des diploiden mit einer reduzierten Gamete des polyploiden Elters zurückzuführen. Solche polyploiden Formen haben bereits bei anderen Arten zu besonderen züchterischen Erfolgen geführt (SKIEBE 1958).

Zusammenfassung

1. Der Chinakohl weist eine sehr gute Qualität auf, wobei besonders sein biologisch hochwertiges Eiweiß hervorzuheben ist. Diese für uns noch weitgehend unbekannt Kulturpflanze sollte deshalb eine größere Beachtung finden.

2. Der Freilandanbau ist durch das Auftreten von Schossern unsicher. Eine längere Lagerung und ein erfolgreicher Anbau unter Glas werden außerdem noch durch eine Bakterienfäule gefährdet.

3. Gefäßversuche ergaben, daß nach einer Thermoinduktion sowohl die Tageslänge als auch die Temperatur das Auftreten von Schossern beeinflussen können. Von dem verwendeten Material schoßten die Wong Bok-Formen eher als die Chihli-Formen. Beim Chihli-Typ kam die 2x Sorte zeitiger zum Schossen als die 4x Zuchtstämme.

4. Bei längerer Lagerung können die Verluste durch niedrige Temperaturen und niedrige relative Luftfeuchtigkeit gesenkt werden. Die 4x Chihli-Stämme waren besser lagerfähig als die 2x Chihli-Sorte und die 2x Wong Bok-Formen.

5. Ein erfolgreicher Anbau unter Glas ist nur bei einer Aussaat von Mitte Juli bis Anfang August möglich. Eine späte Herbsttreiberei und eine Frühjahrs-treiberei ist nicht zu empfehlen. Die 4x Zuchtstämme eignen sich noch am ehesten zu einem Treibanbau.

6. Für die Selektion auf Schoßfestigkeit und Resistenz gegen die Bakterienfäule werden bestimmte Richtlinien aufgestellt.

7. Die Samengewinnung von selektierten Pflanzen bereitet wegen der großen Verluste bei der Überwinterung außerordentliche Schwierigkeiten. Diese lassen sich durch eine Lagerung unter bestimmten Bedingungen oder durch eine vegetative Vermehrung der selektierten Pflanzen weitgehend beheben.

8. Hinsichtlich der erwähnten Zuchtziele erwiesen sich 4x Formen vom Chihli-Typ am geeignetsten. Das polyploide Ausgangsmaterial wurde durch Colchicin und über Valenzkreuzungen hergestellt.

Wir danken ganz besonders herzlich Herrn Professor Dr. Dr. h. c. G. BECKER für seine vielseitigen Anregungen und seine großzügige Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Den technischen Assistentinnen, Frä. H. GERTH, Frä. M. ZANDER und Frau H. STEIN danken wir sehr für ihre treue und zuverlässige Mitarbeit.

Literatur

1. AIDA, H., and M. SHIRAI: Studies on the cultivation of spring Chinese cabbages. (Jap. with Engl. summ.)

- Bull. Hort. Sect. Kanagawa Agric. Exp. Stat. 1953 Nr. 1, 14—20 (1953). — 2. BAILEY, L. H.: The cultivated Brassicas. *Gentes Herbarum* 1, 53—108 (1922). — 3. BAILEY, L. H.: The cultivated Brassicas. *Gentes Herbarum* 2, 210—267 (1930). — 4. BECKER, G.: Problematik der Qualitätszüchtung. Ber. u. Vortr. DAL Berlin 2, 72—98 (1956). — 5. BECKER, G.: Rettich und Radies (*Raphanus sativus* L.). Hdb. d. Pflanzenz. 6, 23—78. P. Parey, Berlin u. Hamburg (1959). — 6. BECKER-DILLINGEN, J.: Handbuch des gesamten Gemüsebaues. 6. Aufl. P. Parey, Berlin u. Hamburg, 655 S. (1956). — 7. BREMER, A. H.: Chinesischer Kohl oder Selleriekohl (*Brassica pekinensis* Rupr.) — eine Langtagspflanze. Gartenbauwissenschaft 9, 325—330 (1934). — 8. BREMER, A. H.: Chinesischer Kohl oder Selleriekohl (*Brassica pekinensis* Rubr.) — eine Langtagspflanze. II. Gartenbauwissenschaft 11, 473—482 (1937). — 9. CHIU, W. F., C. T. CHANG, and K. H. TAO: Varietal resistance of *Brassica pekinensis* Rupr. to bacterial soft rot. (Chin. with Engl. summ.) *Acta Phytopathologica Sinica* 1, 61—69 (1955). — 10. CHIU, W. F., and C. S. YUEN: The rate of wound suberization of chinese cabbage in relation to resistance to the bacterial soft rot infection. (Chin. with Engl. summ.) *Acta Phytopathologica Sinica* 2, 55—65 (1956). — 11. CHIU, W. F., C. S. YUEN, and C. K. WANG: Effect of insect control on the development of soft rot of Chinese cabbage in the field. (Chin. with Engl. summ.) *Acta Phytopathologica Sinica* 1, 71—78 (1955). — 12. FRÖHLICH, H., and A. HENKEL: Die Lagerung von Chinakohl. *Deutscher Gartenbau* 6, 245—248 (1959). — 13. FRÖHLICH, H., and H. HÖRNECKE: Chinakohl — eine hochrentable Zweitfrucht. *Deutscher Gartenbau* 7, 174—176 (1960). — 14. FUKUSHIMA, E., and S. TOKUMASU: On the occurrence of aneuploidy in the offspring of the artificially induced autotetraploid plants in Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) and Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Rupr.). *J. Fac. Agric. Kyushu Univ.* 11, 1—23 (1957); Ref. in: *Ldw. Ztbl.*, Abt. II, 5, 2198 (1960). — 15. HACKEL, E.: Zur Ätiologie einer Weichfäule des Chinakohls. *Phytopath. Z.* 39, 361—388 (1960). — 16. HWANG, L.: A preliminary study on bacterial soft rot of *Brassica pekinensis* and other vegetables in China. *Coll. Agric. Univ. Nanking Bull.* 33, (N. S.) 1—26 (1935). — 17. JUNGES, W.: Abhängigkeit des Schossens biener Gemüsepflanzen von ihrem Alter und von der Dauer der Einwirkung niedriger Temperaturen. *Arch. Gartenbau* 7, 485—504 (1959). — 18. KADOTA, T., and K. ITO: On improvement in fertility and inactivation of self incompatibility in the progenies of autotetraploid *Brassica pekinensis*. (Jap.) *Jap. J. Breed.* 1, 151—155 (1952). Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 23, 1530 (1953). — 19. KAO, H. C., W. H. ADOLPH, and H. C. LIU: The nutritive value of the protein of cabbage and of sweet potato. *Chin. J. Physiol.* 9, 141—148 (1935). — 20. KRAUS, J. E.: Chinese cabbage varieties, their classification, description and culture in the central great plains. *U. S. Dept. Agric. Circ.* 571, 1—20 (1940). — 21. LORENZ, C. A.: Response of Chinese Cabbage to temperature and photoperiod. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47, 309—319 (1946). — 22. MANSFELD, R.: Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter Pflanzenarten (mit Ausschluß von Zierpflanzen). *Kulturpflanze, Beiheft* 2 (1959). — 23. MCGUGAN, J. M.: Seeds and seedlings of the genus *Brassica*. *Canad. J. Res. C* 26, 520—587 (1948). — 24. MELCHERS, G., and A. LANG: Die Physiologie der Blütenbildung. *Biol. Zbl.* 67, 105—174 (1948). — 25. MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. P. Parey, Berlin u. Hamburg, 336 S. (1958). — 26. NAKAGAWA, H., and S. HENMI: Studies on the effect of low-temperature treatment on the production of seed of *Brassica pekinensis* in the autumn. (Jap.) *Jap. J. Breed.* 4, 161—163 (1954); Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 25, 3475 (1955). — 27. NAKAGAWA, H., and S. HENMI: Studies on the effect of low-temperature treatment on the production of seed of *Brassica pekinensis* in the autumn. II. The relation between the type of low-temperature treatment and autumnal seed production in some of the more important varieties. (Jap.) *Jap. J. Breed.* 8, 6—12 (1958). Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 29, 806 (1959). — 28. NEHRING, K.: Probleme der Qualitätsforschung in der Tierernährung. Ber. u. Vortr. DAL Berlin 2, 203—224 (1955). — 29. NISHIYAMA, I., and Y. INAMORI: Studies on artificial polyploid plants, XVII. On the occurrence of unexpected 4x-hybrids from the cross 2x × 4x in *Brassica*. (Jap. with Engl. summ.) *Bull. Res. Inst. Fd. Sci. Kyoto Univ.* 10, 99—106 (1952). — 30. NISHIYAMA, I., and Y. INAMORI: Polyploid studies in the *Brassicaceae*, III. Hybridization between diploid *Brassica* species (2n = 20) and their autopolyploids. *Mem. Res. Inst. Fd. Sci. Kyoto Univ.* 5, 1—13 (1953). — 31. OLSSON, G.: Crosses within the campestris group of the genus *Brassica*. *Hereditas* 40, 398—418 (1954). — 32. ORMAN, A. C.: Chinese cabbage. An excellent culinary vegetable. *Agric. Gaz. N. S. W.* 60, 242, 245 (1949). — 33. PEARSON, O. H.: A suggested classification of the genus *Brassica*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 25, 105—110 (1928). — 34. REINHOLD, J., und Mitarbeiter: Größere Vielseitigkeit im Gemüseangebot. *Deutscher Gartenbau, Beilage* 7, 6, 1—14 (1959). — 35. ROBERTS, R. H., and B. E. STRUCKMEYER: The effect of temperature upon the response of plants to photoperiod. *Science* 85, 290—291 (1937). — 36. ROBERTS, R. H., and B. E. STRUCKMEYER: Further studies of the effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic responses of plants. *J. Agric. Res.* 59, 699—709 (1939). — 37. RUDORF, W.: Entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Hdb. d. Pflanzenz. 1, 225—307 (1958). — 38. RUNDFELDT, H.: Gemüsekohl. Hdb. d. Pflanzenz. 6, 149—227 (1960). — 39. SCHUPHAN, W.: Gemüsebau auf ernährungswissenschaftlicher Grundlage. Hans H. Keune-Verlag, Hamburg. 368 S. (1948). — 40. SCHUPHAN, W.: La valeur nutritive des différents légumes-feuilles et sa variation en fonction des variétés et des conditions écologiques. *Ann. Nutrit. l'Aliment* 9, A 67—A 93 (1955). — 41. SHIBATA, K.: Self and cross incompatibility in autotetraploid *Brassica pekinensis*. I. Primary and secondary crosses of individuals completely homozygous for the relevant oppositional genes. (Jap.) *Jap. J. Genet.* 30, 211—217 (1955). Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 26, 2889 (1956). — 42. SHIBATA, K.: Self and cross incompatibility in autotetraploid *Brassica pekinensis*. II. Genetic analysis of individuals from secondary crosses. (Jap.) *Jap. J. Genet.* 31, 22—29 (1956). Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 27, 2346 (1957). — 43. SHIBATA, K.: Reverted diploids that appeared in a selfed strain derived from an artificial autotetraploid of *Brassica pekinensis*. (Jap.) *Kromosoma* 32, 1109—1114 (1957a); Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 28, 4805 (1958). — 44. SHIBATA, K.: The relation between direct and reciprocal 4x × 2x crossings of *Brassica pekinensis* and the oppositional genotypes. (Jap.) *J. Agric. Sci. Tokyo* 3, 273—280 (1957b); Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 29, 803 (1959). — 45. SHIBATA, K.: Self and cross incompatibility in autotetraploid *Brassica pekinensis*. III. Gene analysis of individuals originating from S₁S₁S₂S₂ and S₁S₁S₂S₄. (Jap.) *J. Agric. Sci. Tokyo* 3, 185—191 (1957c); Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 28, 2321 (1958). — 46. SHIMIZU, S., K. KANAZAWA, and T. KOBAYASHI: Studies on breeding *Brassica pekinensis* for resistance to soft rot. I. Intervarietal differences in disease resistance under natural conditions. (Jap.) *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Ser. E.* 6, 75—108 (1958); Abstr. from: *Pl. Breed. Abstr.* 29, 3186 (1959). — 47. SINSKAJA, E. N.: The oleiferous plants and root crops of the family *Cruciferae*. *Bull. Appl. Bot., Genet. & Pl. Breed.* 19 (3), 1—648 (1928). — 48. SKIEBE, K.: Die Bedeutung von unreduzierten Gameten für die Polyploidiezüchtung bei der Fliederprimel (*Primula malacoides* Franchet). *Der Züchter* 28, 353—359 (1958). — 49. SROUT, A. B.: Pollen tube behavior in *Brassica pekinensis* with reference to self-incompatibility in fertilization. *Amer. J. Bot.* 18, 686—695 (1931). — 50. SUN, G.: The evaluation of taxonomic characters of cultivated *Brassica* with a key to species and varieties. *Bull. Torr. Bot. Club* 73, 244—281 (1946). — 51. THOMPSON, H. C.: Temperature in relation to vegetative and reproductive development in plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37, 672—679 (1940). — 52. THOMPSON, H. C.: Vegetable crops. 4. Aufl. McGraw-Hill, New York, 611 S. (1949). — 53. YAMASAKI, K.: Thermo-stage for the green plant of Chinese cabbage grown in spring. (Jap. with Engl. summ.) *Bull. Tōkai-Kinki Agric. Exp. Stat. Hort. Div.* 1956 No. 3, 31—47 (1956); Abstr. from: *Hort. Abstr.* 27, 423 (1957).