

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Gützow-Güstrow der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Untersuchungen zur Variabilität verschiedener Merkmale beim Raps und ihre Auswirkungen auf züchterische Maßnahmen

I. Mitteilung: Erkenntnisse zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes und ihre Anwendung in der Erhaltungszüchtung

Von KARL-HEINZ RIEMANN

Mit 4 Abbildungen

Einleitung und Problematik

Für eine wissenschaftlich begründete erfolgreiche Zuchtarbeit ist die umfassende Kenntnis der Eigenschaften des Zuchtmaterials erforderlich. Besonders notwendig ist bei Fremdbestäubern eine Analyse der Populationen in bezug auf die Variabilität der quantitativen und qualitativen Merkmale, um eine Befruchtungssenkung nach der Erbwertbeurteilung der einzelnen Eigenschaften in den Sortenpopulationen bzw. der einzelnen Pflanzen dieser Populationen durchführen zu können. Auf diesem Wege sind wesentlich größere Zuchtfortschritte zu erwarten, als bei rein „gefühlsmäßiger Kombination“ bestimmter Partner.

Nach Untersuchungen von OLSSON und PERSSON (1958) und OLSSON (1960 a) sowie anderen älteren Untersuchungen ist Raps zu etwa 50% Fremdbestäuber, jedoch ist innerhalb der Sorten eine große Variationsbreite (5–100%) in bezug auf Fremdbestäubung vorhanden. Diese Variationsbreite ist einerseits genetisch bedingt, andererseits üben die während der Blüte herrschenden Windverhältnisse (Aneinanderschlagen der Blütentrauben) einen großen Einfluß auf die absolute Höhe der Fremdbestäubung aus, während der Einfluß der Bienen bei der Fremdbestäubung geringer zu bewerten ist.

Obwohl der Raps wegen der hohen Fremdbestäubungsrate zuchtmethodisch als Fremdbestäuber behandelt werden sollte, ist eine Inzucht im Gegensatz zu anderen Fremdbestäubern (Roggen) mindestens 1–2 Generationen lang ohne Inzuchtdepressionen möglich. Umfangreiche, im Ergebnis sich teilweise widersprechende Untersuchungen zu dieser Frage liegen von SYLVEN (1926), TROLL (1947), RIVES (1954 und 1957), KLOEN (1950), WAGNER (1954 a) und anderen vor. Entscheidend dürfte das genetische Milieu der Linien sein, die für eine Inzucht ausgewählt werden.

Der Raps ist die wichtigste Ölpflanze der nördlich gemäßigten Zone, besonders der Gebiete, die im maritimen Klimabereich liegen. Aus diesem Grunde ist der Erhöhung des Ölgehaltes die größte Bedeutung bei der züchterischen Verbesserung des Rapses beizumessen. Um diese Aufgabe systematisch in Angriff zu nehmen, ist eine eingehende Analyse des Merkmals Ölgehalt erforderlich. Untersuchungen von STOLLE (1954) und OLSSON (1960 b) zeigten, daß sich Sorten und Kreuzungspopulationen hinsichtlich ihres Ölgehaltes und der Variabilität desselben signifikant unterscheiden. Gleichzeitig stellte OLSSON (1960 b) fest, daß die Höhe des Ölgehaltes genetisch bedingt ist und der Ölgehalt vererbt wird. STOLLE (1954)

vertritt die Ansicht, daß in Sortenpopulationen, in denen die Variationskurve des Ölgehaltes stark linksschief verläuft, das heißt, in denen die Häufigkeit der Pflanzen in den hohen Ölgehaltsguppen größer ist als in den niedrigen Ölgruppen, eine züchterische Verbesserung des Ölgehaltes wenig aussichtsreich ist. Dieser Meinung können wir uns nicht anschließen. Durch Eliminierung der Pflanzen mit niedrigem Ölgehalt kann der mittlere Ölgehalt der Population durchaus erhöht werden. Gleichzeitig kann durch Prüfung der Nachkommenschaften von Einzelpflanzen mit hohem Ölgehalt, durch mehrjährige Untersuchung der Variation des Ölgehaltes sowie der Beziehungen des Ölgehaltes zu anderen Eigenschaften der Erbwert von Einzelpflanzen ermittelt werden und durch Kombination erbwertgeprüfter Einzelpflanzen der Ölgehalt bei gleichzeitiger Erhaltung bzw. Verbesserung der übrigen Ertragseigenschaften wesentlich erhöht werden.

Die besondere Eignung des Rapses für eine derartige Zuchtmethode ist offensichtlich:

1. Produktion einer hohen Samenzahl je Einzelpflanze
2. Möglichkeit der mehrjährigen Überlagerung von Samen bis zur abgeschlossenen Erbwertprüfung der Einzelpflanze
3. Möglichkeit der Selbstbestäubung bei strenger Isolierung.

Da Untersuchungen über die Variation des Ölgehaltes in den Linien einer Sorte bisher nicht vorliegen und unseres Erachtens eine wesentliche Steigerung des Ölgehaltes nur bei strenger Bestäubungssenkung zu erreichen ist, führten wir eine eingehende Studie der Sorte 'Ölquell' durch mit dem Ziel, eine geeignete Zuchtmethode zur Schaffung neuer Winterrapssorten mit maximalem Ölgehalt bei höchstem Samenertrag auf der Basis der Sorte 'Ölquell' zu entwickeln.

Material und Methode

Sämtliche Öluntersuchungen wurden — neben Untersuchungen auf andere Merkmale — an Zuchtmaterial des Gützower Winterrapsstammes 603 (Erntejahre 1959–1962) durchgeführt. Der Stamm 603 wurde 1960 als Zuchtsorte in der DDR zugelassen und für diese Sorte 1961 der international patentamtlich geschützte Name 'Ölquell' eingetragen. Die Sorte entstand aus einer Kreuzung im Jahre 1949 zwischen Quedlinburger Winterraps × Grubers Rüben und Rückkreuzung der F₁ mit Quedlinburger Winterraps. Die Sorte wurde im Institut für Pflan-

zenzüchtung Gützow unter der Leitung von Prof. Dr. KRESS gezüchtet und zeichnet sich durch Spätsaatverträglichkeit, Winterfestigkeit, Platzfestigkeit verbunden mit hohem Ölgehalt und hohen Samenerträgen aus.

Durch die ab 1959 innerhalb der Sorte durchgeföhrten Individualuntersuchungen auf Ölgehalt war es möglich, ein Zuchtschema für die Erhaltungszüchtung zu entwickeln. Weiter trugen diese Öluntersuchungen dazu bei, den Zuchtweg für eine neue Winterrapssorte mit höchstem Ölgehalt zu fixieren.

Es wurden im einzelnen auf Ölgehalt untersucht:

- 1959: 1. 200 Einzelpflanzen aus der Sortenpopulation, nach Selektion auf hohen Samenertrag,
- 1960: 2. 300 Einzelpflanzen aus der Sortenpopulation, nach Selektion auf hohen Samenertrag,
 - 3. 85 Nachkommenschaftsparzellen, nach Selektion der 200 Einzelpflanzen des Jahres 1959 auf hohen Ölgehalt,
 - 4. je 50 Einzelpflanzen aus 4 verschiedenen Nachkommenschaften stammend von Einzelpflanzen des Jahres 1959 mit sehr hohem Ölgehalt,
- 1961: 5. 85 Stämme aus 85 Nachkommenschaften des Jahres 1960 Aufwuchs Gützow (G) und Berthelsdorf Kreis Löbau (B)
- 6. 85 Nachkommenschaftsparzellen nach Selektion der 300 Einzelpflanzen des Jahres 1960 auf hohen Ölgehalt,
- 7. je 50 Einzelpflanzen aus 12 verschiedenen Nachkommenschaften stammend von Einzelpflanzen des Jahres 1960 mit sehr hohem Ölgehalt,
- 8. je 50 Einzelpflanzen aus 5 verschiedenen Nachkommenschaften stammend von Einzelpflanzen des Jahres 1960 mit sehr niedrigem Ölgehalt,
- 9. je 50 Einzelpflanzen aus 5 verschiedenen Nachkommenschaften stammend von Einzelpflanzen des Jahres 1960 mit mittlerem Ölgehalt,
- 10. 485 F₁-Pflanzen der verschiedensten Kombinationen aus Kreuzungen innerhalb der Sorte 'Ölquell' (Kreuzungsjahr 1960) mit Einzelpflanzen, deren Ölgehalt bekannt ist,
- 11. je 50 Einzelpflanzen aus 2 Aussaatzeiten und je 3 Ernteterminen der Sortenpopulation Ölquell,
- 1962: 12. 466 F₁-Pflanzen der verschiedensten Kombinationen aus Kreuzungen innerhalb der Sorte 'Ölquell' (Kreuzungsjahr 1961) mit Einzelpflanzen, deren Ölgehalt bekannt ist,
- 13. 489 F₂-Pflanzen aus 18 F₂-Nachkommenschaften von Kreuzungen im Jahre 1960 innerhalb der Sorte 'Ölquell' (Eltern mit hohem Ölgehalt),
- 14. 582 Einzelpflanzen aus 29 Sorten.

Im folgenden werden diese Gruppen der Einfachheit halber mit Variante 1 bis Variante 14 bezeichnet.

Insgesamt wurden ca. 10000 Öluntersuchungen durchgeführt. Daneben wurden an dem gesamten Material gleichfalls Untersuchungen anderer Merkmale vorgenommen, die im 2. Teil der Arbeit behandelt werden.

Die Öluntersuchung eines derart umfangreichen Materials ist abhängig von einer brauchbaren Serienmethode. Unseres Erachtens ist die Refraktometermethode nach LEITHE (1936) mit α -Monobromnaphthalin besonders geeignet dafür. Der Vorteil dieser Methode besteht gegenüber anderen bei SCHWARZE (1949) zusammenfassend dargestellten Untersuchungsmethoden in der Möglichkeit der Untersuchung großer Serien mit sehr geringen Saatgutmengen, der dadurch möglichen zweifachen getrennten Bestimmung je Untersuchungsnummer, der weitestmöglichen Ausschaltung einer gravimetrischen Bestimmung mit den vermehrt auftretenden Fehlerquellen durch Rücktrocknung und Rückwage, sowie in der Tatsache, daß α -Monobromnaphthalin nur sehr gering flüchtig ist und sich aus diesem Grunde besser als Benzin oder Äther zur Lösung des Fettes aus den zerkleinerten Samen eignet. Nachteilig ist das erforderliche gleichmäßige Zerreiben aller Proben, welches jedoch bei eingearbeiteten Hilfskräften und sorgfältiger Arbeit durchaus gewährleistet ist. Um eventuell auftretende Fehlbestimmungen zu vermeiden, wurden von jeder Untersuchungsnummer zwei Proben unabhängig voneinander verarbeitet. Waren die Differenzen bei der Bestimmung des Brechungsexponenten zwischen diesen beiden Proben größer als 0,0004 Skalenwerte, wurde von der gleichen Untersuchungsnummer eine dritte Probe verarbeitet und die beiden Werte zur Fettbestimmung herangezogen, deren Differenz 0,0004 Skalenwerte nicht überschritt.

Insgesamt gesehen ermöglicht diese Methode eine Bestimmungsgenauigkeit von etwa $\pm 0,5\%$ Fettgehalt bei Ablesewerten von $0,1\%$ Fettgehaltsdifferenzen. Diese Genauigkeit ist für züchterische Ansprüche als durchaus befriedigend zu bezeichnen.

An dieser Stelle sei der Untersuchungsgang noch einmal kurz skizziert.

1. Probeneinwage 2 \times 1,333 g je Untersuchungsnummer
2. Zerreiben der Samen mit einer Prise Quarzsand im Porzellanmörser (5 Minuten)
3. Zugabe von 2 ml α -Monobromnaphthalin (Brechungsexponent 1,6575 $\pm 0,0005$)
4. Verrühren des α -Monobromnaphthalin mit der zerriebenen Samenprobe (2 Min.)
5. Filtrieren und Absaugen der Fettlösung mit einer Wasserstrahlpumpe
6. Bestimmung des Brechungsexponenten der filtrierten Lösung mit Hilfe des Abbe-Refraktometers bei +20 °C.

Aus der Differenz des Brechungsexponenten Bromnaphthalin, der täglich zur Kontrolle mehrfach festgestellt wird, minus Brechungsexponent Fettlösung kann über die von LEITHE (1936) entwickelten Tabellen der Fettgehalt der untersuchten Probe in % abgelesen werden. Eine Trockensubstanzbestimmung der Proben vor der Öluntersuchung erfolgte nicht, da es sich bei dem Untersuchungsmaterial größtenteils um Zuchtmaterial handelte, von dem das verbleibende

Saatgut teilweise in den Zuchtweg mit eingebaut wurde. Aus diesem Grunde wurden die Öluntersuchungen erst in den Wintermonaten durchgeführt, nachdem sich das gesamte Saatgut nach Lagerung in beheizten Räumen im Trockensubstanzgehalt weitgehend angeglichen hatte (Tab. 1). Es ist ersichtlich, daß die Angleichung der zu untersuchenden Proben bei gleichmäßiger Lagerung bis zum Jahresschluß soweit erfolgt ist, daß der Trockensubstanzgehalt bei der Öluntersuchung nach der Jahreswende unberücksichtigt bleiben kann. In alle Verrechnungen wurden sämtliche ermittelten Werte einbezogen und auch Extremwerte nicht eliminiert. Eine gewisse Vorauslese nach dem Samenertrag war erforderlich, da die Untersuchungsmethode an eine Mindestsamenge von ca. 3 g gebunden ist und von jeder untersuchten Pflanze außerdem noch Restsaatgut für eine eventuelle weitere züchterische Verwendung zur Verfügung stehen sollte.

Die Mittelwerte wurden nach der Formel $\bar{x} = A \pm b$

$$b = \frac{z \cdot a}{n} \cdot k,$$

die dazugehörenden Standardabweichungen nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{z \cdot a^2}{n-1} \cdot \left(\frac{z \cdot a}{n}\right)^2} \cdot k$$

berechnet.

Der Variationskoeffizient $s\%$ ergibt sich aus $\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$.

Beim Vergleich der Mittelwerte wurde t nach der Formel

$$t = \frac{D}{s_d} \quad s_d = \sqrt{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2} \quad s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

berechnet.

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten erfolgte mit der BRAVAISSEN Formel nach dem Summenverfahren

$$r = \frac{u - \frac{p \cdot p'}{n}}{s_x \cdot s_y}$$

Tabelle 1. Angleichung der Untersuchungsproben im Trockensubstanzgehalt nach längerer Lagerung.

Material	Bestimmungs-datum	n	\bar{x}	s	$s\%$
Variante 3 E. 1960	16. 2. 1961	83	93,75%	0,286	0,3
Variante 6 E. 1961	20. 11. 1961	95	93,11%	0,696	0,75

Die Sicherung in P % für die t -Werte wurde in der Tabelle nach MUDRA (1952), die Sicherung der Korrelationskoeffizienten in P % aus der Tabelle nach WEBER (1956) entnommen.

Sämtliche Formeln, Verrechnungsmethoden und Signifikanztabellen wurden aus den Lehrbriefen Biometrie für das Fernstudium der Landwirtschaft von HEINISCH, ROSENTHAL und STAUDE (1957) entnommen.

Die umweltbedingte Variabilität

Es ist allgemein bekannt, daß der Ölgehalt beim Raps von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterworfen ist. Die Ursache liegt in den jahresweise unterschiedlichen klimatischen Bedingungen während der Vegetation des Rapses, besonders während der Samenentwicklung. SCHWARZE (1958) stellte fest, daß der Haupteinfluß in den letzten 30–40 Tagen vor der Ernte erfolgt. Nach FUJII und OKAGAKI (1960) hat die Temperatur den Hauptanteil an den klimatisch bedingten Schwankungen des Ölgehaltes. Nach unseren Feststellungen üben die Niederschläge während der Periode der Samenbildung und Samenreife ebenfalls einen sehr starken Einfluß auf die Höhe des Ölgehaltes aus (Abb. 1 und Tab. 2). Dies wird sehr deutlich im Jahre 1960. Obwohl die Temperatursumme von Blühbeginn bis Ernte und auch in den letzten 5 Pentaden vor der Ernte höher ist als im Jahre 1959, ist der Ölgehalt der gleichen Population um beinahe 5% unter dem des Vorjahres. Dieses kann in der Hauptsache nur durch die starken Nieder-

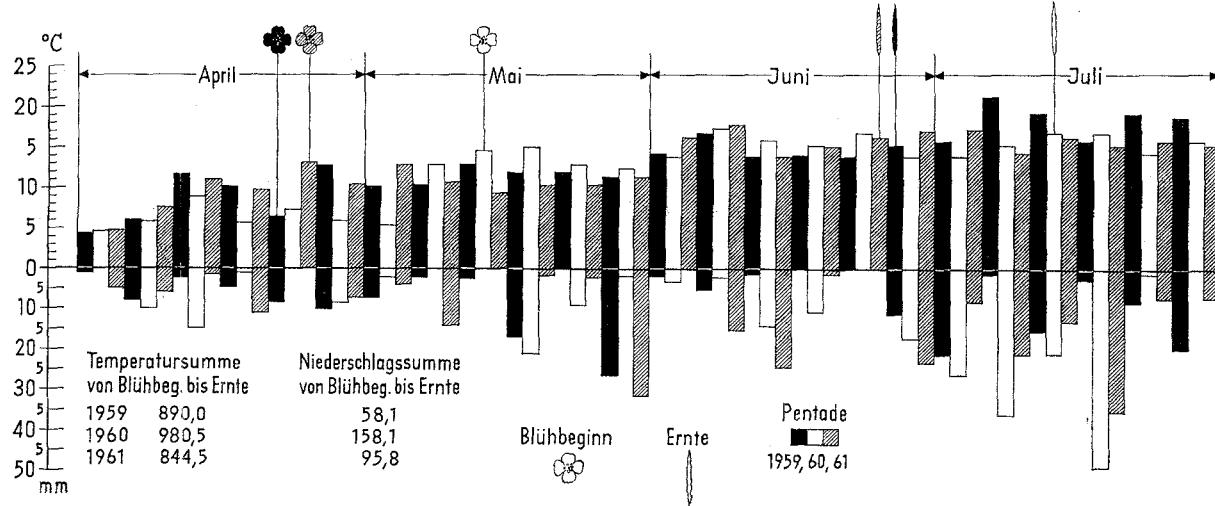


Abb. 1. Niederschläge und Temperaturen in den Entwicklungsstadien des Winterrapses 1959–61.

Tabelle 2. Jahresschwankungen im Ölgehalt in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlägen.

Jahr	Σ Temperatur Blühbeginn bis Ernte °C	Σ Niederschlag Blühbeginn bis Ernte mm	Σ Temperatur der 5 Pent. vor Ernte °C	Σ Niederschlag 5 Pent. vor Ernte mm	Ölgehalt %				
					Material	n	\bar{x}	s	$s\%$
1959	890,0	58,1	375,0	16,6	Var. 1	200	49,56	1,970	4,0
1960	980,5	158,1	386,0	109,3	Var. 2	300	44,88	2,182	4,9
1961	844,5	95,8	401,0	39,6	Var. 11	50	47,66	2,345	4,9

Tabelle 3. Der Einfluß unterschiedlicher Aussaat- und Erntetermine auf den Ölgehalt (Variante 11).

Aussaat	Ernte	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%	rel.	t	P%
25. 8. 60	5. 6. 61	47	34,24	3,547	10,4	71,8	21,86	< 0,10	100,0		
	24. 6. 61	50	47,66	2,345	4,9				100,0		
	18. 7. 61	50	47,75	2,005	4,2	100,2	0,02	> 92,0	100,0		
5. 9. 60	5. 6. 61	34	31,32	3,184	10,2	65,5	25,33	< 0,10	91,47	3,88	< 0,10
	24. 6. 61	49	47,81	2,472	5,2				100,31	0,31	> 68,8
	18. 7. 61	47	48,06	2,235	4,7	100,5	0,48	> 61,8	100,65	0,65	> 48,3

schläge in den letzten 5 Pentaden vor der Ernte bedingt sein.

Die Öleinlagerung in den Samen beginnt relativ früh. Trotzdem wird durch einen unterschiedlichen Reifegrad die Höhe und Variation des Ölgehaltes stark beeinflußt. BUCHLI (1959) stellte in 4jährigen Versuchen fest, daß die Pflanzen im Stadium der Mähbinderreife den höchsten Ölgehalt erreicht haben. Dieser fällt bei der Ernte in der Mähdruschreife wieder leicht ab. Die gleichen Ergebnisse erhielt NICOLAISEN (1943). Dagegen ist nach WAGNER (1954 b) mit zunehmender Reife ein ständig steigender Ölgehalt verbunden. PFEIFFER (1961) konnte bei einem Vergleich zwischen Schwaddrusch und Mähdrusch allein auf Grund des beim Mähdrusch veränderten Reifegrades eine Erhöhung des Ölgehaltes um absolut 3% feststellen. Eine derartig starke Zunahme des Ölgehaltes kann unseres Erachtens nur dadurch erklärt werden, daß die Schwaddruschvariante extrem früh gemäht wurde. Der in eigenen Versuchen ermittelte Einfluß des unterschiedlichen Reifegrades auf den Ölgehalt bei verschiedenen Saatzeiten läßt sich an der Tab. 3 für das Erntejahr 1961 ablesen. Zum frühesten Erntetermin waren die Samen und Schoten des Haupttriebes noch grün, jedoch schon fest und Embryo und Endosperm voll ausgebildet. Beim zweiten Erntetermin begannen sich Schoten und Samen zu verfärbten. Dieses entspricht der Mähbinderreife. Beim letzten Erntetermin waren die Pflanzen abgestorben und die Samen sämtlich schwarzbraun gefärbt, dieses entspricht der Mähdruschreife.

Im Erntejahr 1961 ergeben sich zwischen den Aussatterminen nur bei zu früher Ernte signifikante Differenzen im Ölgehalt. Ebenfalls sind innerhalb der Aussatzeiten nur signifikante Differenzen im Ölgehalt zwischen zu früher Ernte und Ernte in der Binderreife bzw. Mähdruschreife vorhanden, nicht aber zwischen der Ernte in den letzten beiden Reifestadien. Es ist festzustellen, daß im Jahre 1961 bei der Sorte 'Ölquell' die Öleinlagerung bis zur Binderreife im wesentlichen abgeschlossen war und eine weitere Einlagerung nur entsprechend der Zunahme der Samengröße erfolgte.

Wie Untersuchungen von RUTKOWSKI (1959) ergeben, ist mit zunehmender Reife eine positive Veränderung der Qualität verbunden. Die Ölqualität wird nach SCHWARZE (1958) auch durch die mineralische Düngung beeinflußt. Die Höhe der Stickstoffdüngung beeinflußt nach BJÖRKlund und WAHLGREN (1955) und SCHMALFUSS (1955) ebenfalls die absolute Höhe des Ölgehaltes.

Durch die Tatsache, daß die Höhe des Ölgehaltes durch Umweltfaktoren beeinflußt wird, ist eine Erbwertbeurteilung des Merkmals Ölgehalt sehr erschwert.

Gleichzeitig ergeben sich daraus jedoch Möglichkeiten, durch eine verbesserte Agrotechnik Samen zu ernten, die eine qualitativ und quantitativ beste Ölgewinnung ermöglichen.

Die genetisch bedingte Variabilität des Ölgehaltes

Auf Grund des im vorigen Abschnitt festgestellten Einflusses von Umweltfaktoren auf die absoluten Ölgehalte können festgestellte Einzelwerte nur wenig über die genetisch mögliche Höhe des Ölgehaltes in einem bestimmten Pflanzenmaterial aussagen. Die genetische Veranlagung in bezug auf den Ölgehalt wird nur dann erkennbar, wenn man Pflanzenmaterial innerhalb eines Anbaujahres, unter gleichen Umweltbedingungen aufgewachsen, vergleicht. Sollen die Vergleiche über mehrere Jahre bzw. mehrere Orte durchgeführt werden, ist unbedingt eine Standardpopulation einzuschalten. Ferner muß im gesamten Material ein einheitlicher Reifegrad vorhanden sein. Da sämtliche auf Ölgehalt untersuchten Pflanzen erst nach dem Erreichen der Binderreife geerntet wurden (mit Ausnahme der Variante 11) und die Aussaat, Pflegemaßnahmen, Düngung usw. jahreweise ebenfalls einheitlich gehandhabt wurden, muß die aufgetretene Variabilität des Ölgehaltes in der Hauptsache auf genetische Unterschiede zurückgeführt werden. Daneben ist es denkbar, daß durch korrelative Bindung des Ölgehaltes mit anderen stark umweltabhängigen Faktoren wie Samenertrag, Schotenanzahl usw. eine indirekte Beeinflussung des Ölgehaltes erfolgen konnte. Hierüber wird im zweiten Teil der Arbeit berichtet werden.

Variabilität der Sorten

Bereits aus Tabelle 2 ist ersichtlich, daß der Variationskoeffizient des Ölgehaltes unabhängig von witterungsbedingten Jahresschwankungen für die Sortenpopulation 'Ölquell' sehr gleichmäßig zwischen 4–5% liegt. Der im Erntejahr 1962 für 29 Sorten bzw. Stämme ermittelte Variationskoeffizient schwankt zwischen 2,8–8,8%, der absolute Ölgehalt in dem gleichen Material zwischen 44,70–50,60% (Tab. 4). Allein für das Merkmal Ölgehalt ergeben sich zur Sorte 'Ölquell', trotz der relativ niedrigen untersuchten Individuenzahl je Sorte, bei 15 Sorten signifikante Minusdifferenzen und für einen Stamm eine signifikant positive Differenz, während bei weiteren 12 Sorten im Ölgehalt keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden konnten. Insgesamt lagen nur 4 Sorten im Ölgehalt über der Sorte Ölquell. STOLLE (1954) ermittelte für 2 Sorten während eines Jahres Differenzen von 2,7% Rohfett bei Variationskoeffizienten von 5,5 bzw. 6,5%. OLSSON (1960) fand für 3 Winterrapsskreuzungspopulationen Diffe-

renzen im Ölgehalt von 4,17% und Variationskoeffizienten von 3,8–4,0%. Es ist ersichtlich, daß beide Züchter in ihren Untersuchungen nur einen geringen Teil der genetischen Variabilität der Winterrapsarten erfaßt haben. Die einjährigen Ergebnisse der Öluntersuchung der im Jahre 1962 nebeneinander frei abgeblühten 29 Sorten ergaben absolute Differenzen im Ölgehalt von 5,90% bei Variationskoeffizienten von 2,8–8,8%. Auch die Variabilität anderer Merkmale in diesem Sortiment ist sehr groß. Eine Einschätzung der Sorten hinsichtlich des Herkunftslandes kann nicht gegeben werden, da zwischen Herkunftsland und Ölgehalt keine einheitlichen Beziehungen vorhanden sind.

Die Variabilität innerhalb der Sorte

Die starken Schwankungen der Variationskoeffizienten des Ölgehaltes von Sorte zu Sorte zeigen, daß die Variationsbreite innerhalb der Sorten verschieden groß ist. Analysen der Sorte 'Ölquell' über mehrere Jahre ergaben, daß die für die gesamte Sortenpopulation ermittelte, jahresweise nur geringe Schwankung der Variationsbreite (Tab. 2) in einzelnen Linien der Sorte beträchtliche Unterschiede aufweist. Bei der Analyse verschiedener Einzelpflanzennachkommenschaften der Sortenpopulation 'Ölquell'

Tabelle 4. Die Variabilität des Ölgehaltes in einem Winterrapsassortiment. Erntejahr 1962

Sorte	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%
G 1	20	50,60	1,442	2,8	104	2,64	< 5
G 4	20	49,62	1,413	2,8	102	1,24	> 19,8
Gorczanski	21	49,51	2,638	5,3	102	0,89	> 37,1
Dippes	20	49,18	2,951	6,0	101	0,47	> 61,9
Ölquell	20	48,75	2,766	5,3	100	—	—
Gräfl. Rechbergscher	19	48,75	1,662	3,4	100	—	—
Vestal	19	48,62	2,000	4,1	100	0,17	> 84,1
Gr. Lüsewitzer	20	48,60	1,352	2,8	100	0,22	> 76,4
Warszawski	20	48,30	1,949	4,0	99	0,59	> 55,2
G 2	20	48,05	2,537	5,3	99	0,83	> 37,1
Lembk. Malchower	20	47,95	2,662	5,6	98	0,93	> 31,9
Kromerizska	17	47,75	2,461	5,2	98	1,16	> 23,4
Lembk. Diamant	20	47,53	2,416	5,1	97	1,49	> 13,7
Regal	21	47,51	1,856	3,9	97	1,68	> 9,3
Wolynski	19	47,02	1,780	3,8	96	2,34	< 5
M 22	19	46,96	2,721	5,8	96	2,03	< 5
Oleski	22	46,77	2,411	5,2	96	2,45	< 5
Krapphausner	20	46,65	3,153	6,8	96	2,23	< 5
Slapska	21	46,40	3,454	7,4	95	2,40	< 5
Skrzeszowicki	21	46,39	2,675	5,8	95	2,78	< 1
Trebicksa krajova	24	46,25	2,666	5,8	95	3,05	< 1
Matador	20	46,12	2,187	4,7	95	3,33	< 1
Mansholts	20	45,98	2,205	4,8	94	3,51	< 1
Janetzkis	20	45,95	2,250	4,9	94	3,50	< 1
Fertödi	21	45,70	2,678	5,9	94	3,51	< 1
Rapko	20	45,38	2,230	4,9	93	4,21	< 0,1
Niederarnbacher	20	44,95	3,303	7,3	92	3,96	< 0,1
Poswiecki	20	44,90	3,961	8,8	92	3,56	< 0,1
Sobotka	18	44,70	2,406	5,4	92	4,82	< 0,1

ergeben sich für die mittleren Ölgehalte die Standardabweichungen derselben und auch für die Variationskoeffizienten der einzelnen Nachkommenschaften signifikante Differenzen zur Sortenpopulation (Tab. 5). Diese Differenzen sind größer als die von anderen Autoren (STOLLE 1954, OLSSON 1960) und die in unseren Untersuchungen ermittelten Differenzen zwischen verschiedenen Sorten. Diese Tatsache

Tabelle 5. Die Variabilität des Ölgehaltes in Linien innerhalb der Sorte 'Ölquell'.

Material	Vari-ante	Ölgeh. ♀ Pfl.	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%
Popul. 1960	2		300	44,88	2,182	4,9	100,0		
Nachk. 1823	4	53,35	37	47,47	2,315	4,9	105,8	6,41	< 0,10
Nachk. 1785		52,6	47	46,63	2,199	4,7	103,9	5,07	< 0,10
Nachk. 1800		52,0	45	46,43	2,063	4,4	103,5	4,67	< 0,10
Nachk. 1782		52,1	46	45,15	1,997	4,4	100,6	0,84	> 36,8
Popul. 1961	11		50	47,66	2,345	4,9	100,0		
Nachk. 1345	7	48,3	50	52,23	1,655	3,2	109,6	11,23	< 0,10
Nachk. 1445		50,05	50	51,42	1,280	2,5	107,9	9,92	< 0,10
Nachk. 1279		48,2	49	50,74	2,104	4,1	106,5	6,86	< 0,10
Nachk. 1295		48,2	47	50,53	1,665	3,3	106,0	6,97	< 0,10
Nachk. 1416		48,6	49	50,29	1,779	3,5	105,5	6,28	< 0,10
Nachk. 1404		48,2	45	49,95	2,989	6,0	104,8	4,20	< 0,10
Nachk. 1274		48,1	48	49,92	3,020	6,1	104,7	4,12	< 0,10
Nachk. 1372		49,0	48	49,51	1,802	3,6	103,9	4,38	< 0,10
Nachk. 1290		48,3	49	49,47	1,796	3,6	103,8	4,31	< 0,10
Nachk. 1470		48,75	48	49,35	2,289	4,6	103,5	3,61	< 0,10
Nachk. 1376		48,1	48	49,28	1,788	3,6	103,4	3,86	< 0,10
Nachk. 1407		48,3	49	48,93	3,303	6,8	102,7	2,20	2,8
Nachk. 1466	8	40,7	50	51,27	1,434	2,8	107,6	9,28	< 0,10
Nachk. 1400		40,6	42	50,82	2,082	4,0	106,6	6,93	< 0,10
Nachk. 1420		40,65	45	50,48	1,855	3,7	105,9	6,51	< 0,10
Nachk. 1424		41,0	46	48,63	2,695	5,5	102,0	1,87	> 5,7
Nachk. 1250		40,0	48	46,22	3,659	7,9	97,0	2,30	2,1
Nachk. 1328	9	44,8	46	51,25	2,060	4,0	107,5	7,98	< 0,10
Nachk. 1252		44,85	47	51,04	1,839	3,6	107,1	7,92	< 0,10
Nachk. 1462		44,85	50	50,07	2,343	4,7	105,1	5,13	< 0,10
Nachk. 1260		44,85	38	49,71	2,693	5,4	104,3	3,73	< 0,10
Nachk. 1288		44,7	50	49,59	1,701	3,4	104,0	4,72	< 0,10

hat einen großen Einfluß auf die Zuchtarbeit und ist bei der bisherigen bewußten Züchtung auf hohen Ölgehalt, soweit man überhaupt von einer solchen sprechen kann, nicht berücksichtigt worden. Der Grad der Heterogenität der Kreuzungspflanzen ist neben der Erblichkeit der Eigenschaften und dem Studium der korrelativen Bindung der einzelnen Merkmale jedoch ausschlaggebend für die Wahl der Zuchtmethode und darf daher bei der Zuchtarbeit besonders bei fremdbestäubenden Arten nicht unberücksichtigt bleiben.

Die Vererbung des Ölgehaltes

Bei Untersuchungen zur Vererbung des Ölgehaltes ermittelten ANDERSSON und OLSSON (1958) für die Nachkommen von 20 Pflanzen mit niedrigem Ölgehalt einen mittleren Ölgehalt von 42,5%, für 49 Linien von Pflanzen mit hohem Ölgehalt 43,8%.

Tabelle 6. Korrelationskoeffizienten zwischen Ölgehalt der Mutterpflanze, der Nachkommenschaftsparzelle und des Stammes.

Material	n	r	sign.
Variante 1 / Variante 3	83	+ 0,130	
Variante 3 / Variante 5 G	83	+ 0,191	
Variante 1 / Variante 5 G	85	+ 0,190	
Variante 3 / Variante 5 B	80	+ 0,218	
Variante 1 / Variante 5 B	78	+ 0,214	
Variante 2 / Variante 6	85	+ 0,027	

Dieses kann als positiver Selektionseffekt bezeichnet werden. Auch die von OLSSON (1960) ermittelten signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen Ölgehalt der Einzelpflanzen und Ölgehalt der Nach-

kommenschaftsparzellen von $r = +0,30$ bis $r = +0,61$ für Raps und Senf lassen die Erblichkeit der Eigenschaft Ölgehalt deutlich erkennen. Eigene Untersuchungen ergaben eine signifikante Erhöhung des Ölgehaltes nach einmaliger Selektion auf hohen Ölgehalt über mindestens 2 Jahre (Tab. 7). Ebenfalls ist an den in der Sortenpopulation 'Ölquell' ermittelten positiven Korrelationskoeffizienten zwischen dem Ölgehalt der Mutterpflanzen und dem der Nachkommen (Tab. 6) die Erblichkeit des Merkmals Ölgehalt festzustellen. Obwohl nur Nachkommen von Mutterpflanzen mit hohem Ölgehalt untersucht wurden, das heißt, daß ein großer Teil der natürlichen Variationsbreite nicht berücksichtigt wurde, sind die Korrelationskoeffizienten sämtlich positiv. Eine Signifikanz konnte wegen der einseitigen Selektion jedoch nicht errechnet werden. Aus diesen Untersuchungen geht eindeutig hervor, daß bereits durch einfache Auslese eine signifikante Erhöhung des Ölgehaltes erreicht werden kann.

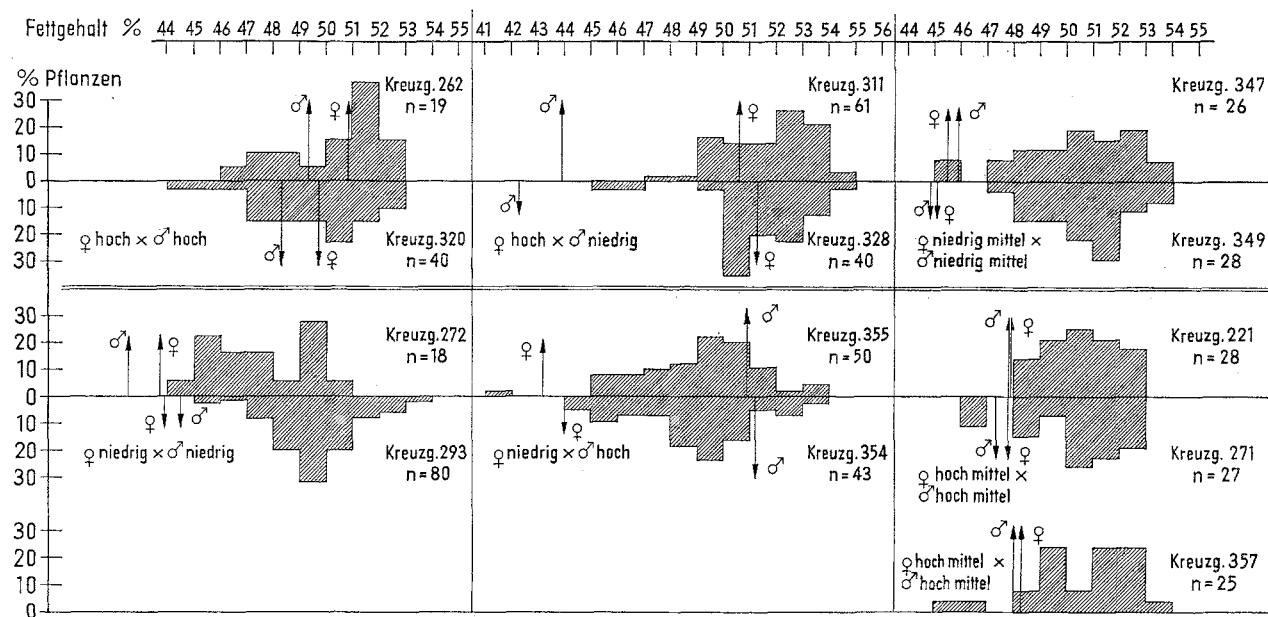
Die Vererbung des Ölgehaltes läßt sich auch an innersortlichen Kreuzungen nachweisen (Tab. 8). Im Jahre 1960 wurde in Linien der Sorte 'Ölquell', die auf Einzelpflanzen des Jahres 1959 mit sehr hohem Ölgehalt zurückgehen, gekreuzt. 2 Kreuzungen, deren Eltern jeweils hohen Ölgehalt besaßen aber verschiedenen Linien angehörten, wurden ausgelesen und 1961 als F_1 angebaut. Die Elternpflanzen der Kreuzung 1 haben einen höheren mittleren Ölgehalt als die der Kreuzung 2 und auch der mittlere Ölgehalt der Gesamtnachkommenschaften, aus denen die Eltern entstammen, ist bei Kreuzung 1 größer als bei Kreuzung 2. Diese Differenzen zeigen sich auch im mittleren Ölgehalt der F_1 . Die F_1 wurde völlig tütenisiert, so daß nur Selbstbestäubung der Pflanzen möglich war. Auf Grund der Öluntersuchung wurden nur diejenigen F_1 -Pflanzen als F_2 -Nachkommenschaften weitergeführt, die einen Ölgehalt über 51% besaßen. Es waren 10 Pflanzen von den insgesamt 19 Pflanzen der Kreuzung 1, die diesen Anforderungen entsprachen, aber nur 8 Pflanzen von den 40 Pflanzen der Kreuzung 2. Obwohl in der F_1 aus beiden Kombinationen Pflanzen ausge-

Tabelle 7. Die Wirkung einer einmaligen Selektion auf hohen Ölgehalt in den folgenden Generationen.

Material	Variante	n	\bar{x}	s	Ölgehalt		rel.	t	P%
					s%	rel.			
Popul. 1959 selekt. Öl	1	200	49,56	1,970	4,0	100,0	103,0	8,20	<0,10
		83	51,04	1,037	2,0	103,0			
Popul. 1960 Nachk. parz.	2	300	44,88	2,182	4,9	100,0	102,0	4,47	<0,10
	3	83	45,77	1,406	3,1	102,0			
Popul. 1961 Stämme	11	50	47,66	2,345	4,9	100,0	103,2	3,82	<0,10
	5G	85	49,20	2,095	4,3	103,2			
Popul. 1960 selekt. Öl	2	300	44,88	2,182	4,9	100,0	105,5	13,67	<0,10
		85	47,34	1,123	2,4	105,5			
Popul. 1961 Nachk. parz.	11	50	47,66	2,345	4,9	100,0			
	6	85	49,31	1,540	3,1	103,5		4,44	<0,10

Tabelle 8. Die Vererbung des Ölgehaltes in innersortlichen Kreuzungen.

	n	Kreuzung 1		n	Kreuzung 2		Diff. (1-2)	t	P%
		Öl%	s		Öl%	s			
Eltern 1960									
♀ Nachk.	45	46,43	2,063	47	46,63	2,199	+ 0,20	0,45	> 61,8
♂ Nachk.	47	46,63	2,199	46	45,15	1,997	- 1,48	3,40	< 0,10
Ø ♀ + ♂ Nachk.		46,53			45,89		- 0,64		
Mutterpfl.		50,85			49,7		- 1,15		
Vaterpfl.		49,4			48,3		- 1,1		
Ø ♀ + ♂ Pfl.		50,13			49,0		- 1,13		
F_1 1961 auf Ölgehalt selekt. Pflanzen	19	50,28	1,903	40	49,52	1,881	- 0,76	1,44	> 13,7
	10	51,82		8	51,89		+ 0,07		
F_2 1962	245	47,77	2,610	244	47,29	2,388	- 0,48	2,12	< 5,0

Abb. 2. Der Einfluß des Ölgehaltes der Elternpflanzen auf die Variation des Ölgehaltes der F₁ (Ernte 1961).

lesen wurden, die im Mittel für beide F₁ gleichen Ölgehalt der ausgelesenen Pflanzen ergaben, ja bei denen die F₁-Pflanzen der Kreuzung 2, die von der Elternseite her nicht ganz so günstig zu beurteilen sind, einen leicht höheren Ölgehalt aufwiesen als die von der Elternseite günstiger zu beurteilenden Pflanzen der Kreuzung 1, waren in der F₂ wieder annähernd die alten Relationen zwischen beiden Abstammungen hergestellt. Die F₂-Pflanzen der Kreuzung 1 waren den F₂-Pflanzen der Kreuzung 2 im Ölgehalt signifikant überlegen. Es wurden je Kreuzung in F₂ 245 Pflanzen auf Ölgehalt untersucht. Diese verteilen sich möglichst gleichmäßig auf alle F₂-Nachkommenschaften. Die Differenzen im Ölgehalt zwischen den einzelnen Generationen sind durch die Witterungsunterschiede der einzelnen Jahre bedingt.

Ein Einblick in einige Besonderheiten der Vererbung des Ölgehaltes wird an Kreuzungsserien ersichtlich, die im Jahre 1960 und im Jahre 1961 durchgeführt wurden. Aus 200 Kreuzungen innerhalb der Sorte 'Ölquell' — durchgeführt an Variante 4 im Jahre 1960 — wurden 13 zufällig erzielte charakteristische Kombinationen ausgewählt und die 485 F₁-Pflanzen nach Tütenisolierung des Haupttriebes und eines Teils der Nebentriebe, wodurch eine Bestäubung durch Nachbarpflanzen unmöglich war, in ihrem isolierten Teil auf Ölgehalt untersucht. Es ist ein deutlicher Einfluß der Mutterpflanze auf die Höhe des Ölgehaltes der F₁ zu erkennen. Kreuzungen einer Mutterpflanze mit hohem Ölgehalt weisen im Mittel der F₁ ebenfalls hohen Ölgehalt auf, unabhängig davon, ob die Vaterpflanze hohen oder niedrigen Ölgehalt besaß. Umgekehrt hat die F₁ einen niedrigeren Ölgehalt, wenn die Mutterpflanze ebenfalls einen niedrigen Ölgehalt aufweist, unabhängig vom Ölgehalt der Vaterpflanze. Bei Eltern mit mittlerem Ölgehalt ist keine klare Tendenz erkennbar, jedoch scheinen Transgressionen durchaus möglich zu sein (Abb. 2). Dieses Ergebnis kommt teilweise unerwartet und könnte zunächst als rein zufälliges betrachtet werden, zumal der Heterozygotiegrad der verwendeten Kreuzungspflanzen unbekannt ist. Daß bei einer Kombination einer ♀ Pflanze mit hohem Ölgehalt

× ♂ mit hohem Ölgehalt auch die F₁ einen hohen Ölgehalt aufweist, ist verständlich. Auch die Tatsache, daß der Ölgehalt der F₁ signifikant niedriger ist, wenn beide Elternpflanzen niedrige Ölgehalte aufweisen, war zu erwarten. Desgleichen kann bei polygen bedingten Eigenschaften wie dem Fettgehalt auch verständlicherweise mit Trangressionen in beiden Richtungen bei Kreuzungen zwischen Eltern mit mittlerem Fettgehalt gerechnet werden. Unerwartet ist jedoch, daß der mittlere Ölgehalt der F₁ aus der Kombination ♀ Ölgehalt hoch × ♂ Ölgehalt niedrig höher liegt als der mittlere Ölgehalt der F₁, in der beide Elternteile hohen Ölgehalt besaßen. Weiter ist das Ergebnis der reziproken Kreuzung ♀ Ölgehalt niedrig × ♂ Ölgehalt hoch unerwartet, denn der Ölgehalt dieser F₁ liegt im Mittel wesentlich niedriger als der Ölgehalt der F₁ ♀ hoch × ♂ niedrig. Zur Überprüfung der Ergebnisse entschlossen wir uns, im Jahre 1962 nochmals eine F₁ aus 600 Kreuzungen, durchgeführt an Variante 7 des Jahres 1961, zu überprüfen. Wir wählten aus diesen Kreuzungen 13 Kombinationen, bei denen beide Elternpflanzen hohen Ölgehalt besaßen, 5 Kombinationen, bei denen der ♀ Elter hohen und der ♂ Elter niedrigen Ölgehalt aufwies, und 4 Kombinationen, bei denen der ♀ Elter niedrigen und der ♂ Elter hohen Ölgehalt zeigte. Die Öluntersuchung der insgesamt 466 F₁-Pflanzen bestätigte die Ergebnisse des Vorjahres, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Ölgehalte im Jahre 1962 witterungsbedingt absolut niedriger liegen als die des Jahres 1961 und dadurch die Differenzen dieser 3 Kombinationsgruppen auch nicht ganz so groß sind. Die Abb. 3 gibt eine Zusammenstellung der Variation in der F₁ von 8 Kombinationen, wobei für alle Gruppen charakteristische Kombinationen ausgewählt wurden. In Tab. 9 werden die ermittelten Werte für beide Jahre zusammengestellt. Ähnliche Ergebnisse erhielt OLSSON (1960) bei der Untersuchung von F₁-Pflanzen bei weißem Senf.

Eine Erklärung für die stärkere mütterliche Vererbung des Ölgehaltes in Kreuzungen, bei denen sich die Eltern im Ölgehalt sehr stark unterscheiden, kann zunächst nicht gegeben werden, zumal bei

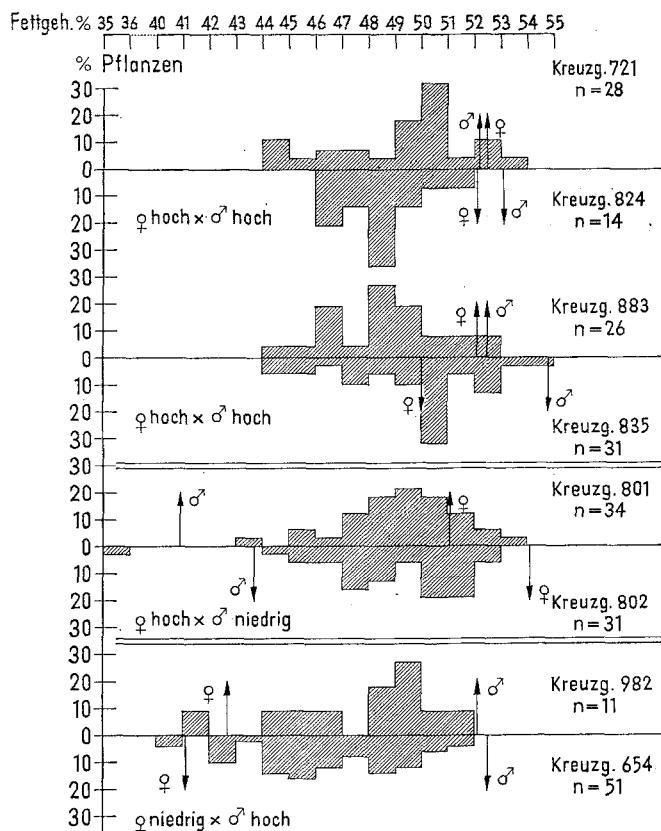


Abb. 3. Der Einfluß des Ölgehaltes der Elternpflanzen auf die Variation des Ölgehaltes der F_1 (Ernte 1962).

Kombinationen von Eltern mit gleich hohem mittlerem Ölgehalt Transgressionen häufig sind. Es eröffnen sich jedoch auf Grund dieser Tatsache Möglichkeiten der Heterosiszüchtung für den Fall, daß ein sehr hoher Ölgehalt mit einem geringeren Samenertrag gekoppelt ist.

Tabelle 9. Der Einfluß der Mutterpflanze auf den Ölgehalt der F_1 .

Kreuzung 1960 Ölgehalt		F_1 1961 Ölgehalt			
♀	♂	n	\bar{x}	s	s%
hoch	hoch	59	49,77	1,926	3,9
hoch	niedrig	101	51,57	1,612	3,1
niedrig	hoch	93	49,03	2,186	4,5
niedrig	niedrig	98	49,21	1,807	3,7
hoch mitt.	hoch mitt.	80	50,41	1,688	3,3
niedr. mitt.	niedr. mitt.	54	50,48	1,843	3,6
Kreuzung 1961		F_1 1962			
hoch	hoch	281	48,41	2,764	5,7
hoch	niedrig	84	48,64	2,795	5,7
niedrig	hoch	101	48,18	3,132	6,5

Die Erhaltungszüchtung der Sorte 'Ölquell'

Auf Grund der Untersuchungen zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes wurde ein Erhaltungszuchtschema (Abb. 4) für die Sorte 'Ölquell' entwickelt, in dem die wesentlichen Leistungsmerkmale in verschiedenen Etappen berücksichtigt werden mit dem Ziel, die Sortenpopulation über eine geeignete Zuchtmethode ihrer Vollendung zuzuführen.

Bei einer Erhaltungszuchtmethode nach der für Selbstbestäuber üblichen Art kann dieses Ziel nur sehr schwer erreicht werden, da über die im Raps ständig wirkende Fremdbestäubung ein großer Teil

der Selektionswirkung durch den Einfluß leistungsschwacher Linien verloren gehen kann. Weiter ist darauf zu achten, daß die Populationsbreite nicht zu stark eingeengt werden darf, da sich sonst die Anbaubreite der Sorte verringern kann.

Im einzelnen wurde folgendes Verfahren für die Erhaltungszüchtung erarbeitet (Abb. 4).

Aus der Stammsaat werden bei der Ernte ca. 1000 Elitepflanzen ausgelesen und einzeln gedroschen. Darauf wird der Samenertrag dieser Pflanzen ermittelt. Etwa 300 Einzelpflanzen mit hohem Samenertrag (in der Regel über 12 g) werden im 1. Jahr in 5 m² großen Nachkommenschaftsparzellen bei Einschaltung der Sortenpopulation als Standard zum normalen Saattermin um den 25. 8. ausgesät (Handsaat). Hierzu sind etwa 4 g Saatgut erforderlich. An dem Restsaatgut wird im Winter eine Bestimmung der TKM und des Ölgehaltes der Mutterpflanzen durchgeführt. Da hierzu weitere 3–4 g Saatgut erforderlich sind, verbleiben je Mutterpflanze mindestens 4 g Saatgut zur Überlagerung. Bis zum Blühbeginn der Einzelpflanzennachkommenschaften liegen folgende Werte vor: Samenertrag, TKM und Ölgehalt der Mutterpflanze sowie Auflauf, Jungpflanzenwachstum, Überwinterung und Frühjahrs wachstum der Nachkommenschaften im Vergleich zur Sortenpopulation. Auf Grund der Untersuchungen und Bonituren werden kurz vor der Blüte Nachkommenschaften ausgemäht, deren Mutterpflanzen extrem niedrige TKM aufweisen oder nur niedrigen bzw. mittleren Ölgehalt besitzen. Von den Nachkommenschaften, die auf Mutterpflanzen mit überdurchschnittlichem Ölgehalt zurückgehen, werden diejenigen entfernt, die auf Grund der Bonituren geringe Wuchsleistung bzw. geringe Winterfestigkeit zeigen. Desgleichen werden die als Vergleichsmaßstab benutzten Standardparzellen vor der Blüte gemäht.

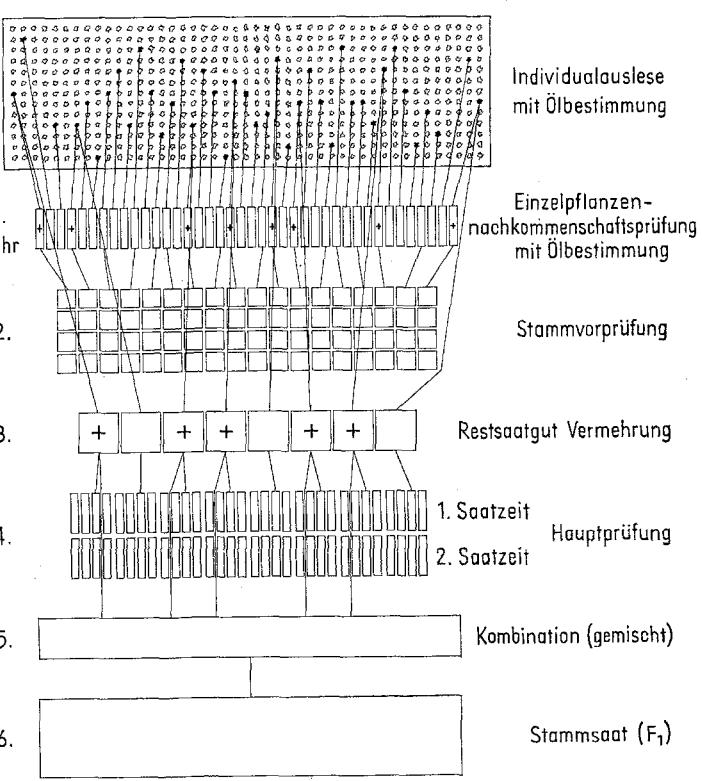


Abb. 4. Wi.-Raps Erhaltungszuchtschema.

Es verbleiben etwa 85 Nachkommenschaften, die gute Wuchsleistungen zeigen und deren Mutterpflanzen hohen Ölgehalt aufweisen. Diese blühen untereinander ab. Da auf Grund der fehlenden Wiederholungsparzellen, ungleichmäßiger Randwirkung und der nicht ganz gleichmäßigen Handsaat eine Ertragsauswertung unmöglich ist, werden im 2. Jahr sämtliche 85 Nachkommenschaften mit der Sortenpopulation als Standard in einer Vorprüfung mit 4facher Wiederholung bei normaler Aussaatmenge von 8 kg/ha um den 25.8. ausgesät und auf ihre Ertragsleistung überprüft. In den Wintermonaten erfolgt eine Öluntersuchung der im 1. Jahr untereinander abgeblühten Nachkommenschaftsparzellen, da der Grad der Heterozygotie der Mutterpflanzen nicht bekannt ist und der Korrelationskoeffizient zwischen den auf Ölgehalt ausgelesenen Mutterpflanzen und ihrer Nachkommenschaft zwar positiv, aber nicht signifikant ist. Nach dem 2. Erhaltungszuchtyahr können diejenigen Linien ausgemerzt werden, die als Nachkommenschaft im Ölgehalt nicht befriedigen oder sonstige unerwünschte Eigenschaften wie z. B. starkes Nachblühen zeigen. Weiterhin ist es möglich, die ertragsschwachen Linien zu erkennen und auszumerzen. Die Samenerträge der einzelnen Linien varierten im Jahre 1961 von rel. 75 bis 113, im Jahre 1962 von rel. 76 bis 112.

Im Jahre 1961 lag der mittlere Samenertrag aller Linien der Vorprüfung bei 95% und im Jahre 1962 bei 96% im Vergleich zur Sortenpopulation. An diesen Zahlen ist ersichtlich, daß eine einseitige Berücksichtigung des Ölgehaltes zu Ertragsverlusten führen kann und daß man nicht einseitig auf ein Merkmal auslesen darf, sondern auch die übrigen Faktoren berücksichtigen muß. Hierzu wird im zweiten Teil der Arbeit noch mehr gesagt werden. Das in der Vorprüfung geerntete Saatgut kann im weiteren Zuchtweg nicht verwendet werden, da durch die Fremdbestäubung die positiv zu bewertenden Linien durch die Minuslinien beeinflußt wurden. Aus diesem Grunde wird jetzt auf das 2 Jahre lang überlagerte Saatgut der Mutterpflanzen zurückgegriffen und diejenigen Mutterpflanzen nachkommenschaftsweise vermehrt, deren Nachkommen in Wuchseigenschaften, Ölgehalt und Samenertrag positiv in Erscheinung traten. Es bleiben von den 85 Linien etwa 35, deren Mutterpflanzen in der Restsaatgutvermehrung angebaut werden. Durch eine Kontrolle des Ölgehaltes der entsprechenden Linien anhand des Erntegutes der Vorprüfung in den Wintermonaten können in der Restsaatgutvermehrung vor der Blüte noch evtl. auftretende stark negative Abweicher entfernt werden. Die Restsaatgutvermehrung ist als Kernstück der Erhaltungszüchtung zu bezeichnen und muß daher zum normalen Aussaattermin möglichst dünn in Handsaat ausgesät werden. Es sind in der Regel von jeder Mutterpflanze hierfür mehr als 4 g Saatgut vorhanden. Die Restsaatgutvermehrung liefert für die im 4. Jahr durchzuführende Prüfung auf Spätsaatverträglichkeit, die als Hauptprüfung der verbleibenden 25–30 Linien mit der Sortenpopulation als Standard in 2 Aussaatzeiten und 4 Wiederholungen durchgeführt wird, und für die weitere Vermehrung der Sortenpopulation ab 5. Erhaltungszuchtyahr das erforderliche Saatgut. Durch die Hauptprüfung im 4. Jahr ist es möglich, diejeni-

gen Linien zu erkennen, die eine verminderte Samenertragsleistung bzw. geringeren Ölgehalt bei verspäteter Aussaat aufweisen. Eine entsprechende Öluntersuchung erfolgt unmittelbar nach der Ernte. Die auf diese Art ermittelten etwa 15 positiven Linien werden aus dem restlichen überlagerten Saatgut der Restsaatgutvermehrung zu gleichen Teilen gemischt und im 5. Jahr in der gemeinsam gedrillten Kombination geramscht angebaut. Hierdurch ist die Möglichkeit der verstärkten Kreuzbestäubung zwischen den Linien gegeben, so daß im 6. Jahr die Stammsaat einen relativ großen Anteil von F_1 -Pflanzen enthält, die sich in dieser nochmals kreuzbestäuben können. Gleichzeitig wird durch diese Linienmischung eine größere morphologische Ausgeglichenheit des Materials erreicht. Da im gesamten Erhaltungszuchtweg auf morphologische Merkmale ganz bewußt nicht geachtet wurde, werden die einzelnen Linien sich in morphologischer Hinsicht noch relativ stark unterscheiden bei sehr großer Ausgeglichenheit in der Ertrags- und Fettleistung. Durch das gemeinsame Abblühen der morphologisch unterschiedlichen Linien wird einmal eine morphologische Angleichung, zum anderen ein gewisser Heterosiseffekt in bezug auf Ertragsleistung erreicht werden können, wie es auch MANNER (1959) bei Mischungen von Linien und Prüfung der Mischung nach Kreuzbestäubung nachweisen konnte. Durch dieses Zuchtverfahren wird es möglich sein, den Ölgehalt und Ölertrag bis zu einer gewissen Grenze zu steigern und an dieser Grenze annähernd konstant zu halten.

Zusammenfassung

1. Bei einer Öluntersuchung ab etwa 4 Monate nach der Ernte und vorausgegangener gleichmäßiger Lagerung der Samen kann auf eine Trockensubstanzbestimmung verzichtet werden, da sich alle Proben im Feuchtigkeitsgehalt angeglichen haben (Tab. 1).
2. In den einzelnen Jahren schwankt der mittlere Ölgehalt in einer Sortenpopulation auf Grund unterschiedlicher Witterungsverhältnisse in der Reifeperiode des Rapses. Die Variation ist jedoch in allen Jahren in der gleichen Sortenpopulation annähernd gleich groß (Tab. 2; Abb. 1).
3. Unterschiedliche Aussaat- und Erntetermine beeinflussen in einer Rapspopulation den Ölgehalt und dessen Variation. Der Ölgehalt nimmt mit zunehmender Reife zu, die Variation wird geringer. Der genetisch mögliche Ölgehalt ist in der Binderrife annähernd erreicht. Signifikante Differenzen im Ölgehalt zwischen 2 Aussaatzeiten konnten im Jahre 1961 nur bei zu früher Ernte ermittelt werden (Tab. 3).
4. In einem Sortiment von 29 Sorten und Stämmen konnten im Jahre 1962 zwischen den Sorten Differenzen im Ölgehalt von 5,9% festgestellt werden. Gleichfalls war die Variation des Ölgehaltes in den einzelnen Sorten sehr unterschiedlich. Der Variationskoeffizient variierte von 2,8–8,8% (Tab. 4).
5. Die Öluntersuchung in 26 Linien der Sorte 'Ölquell' ergab für die mittleren Ölgehalte, deren Standardabweichung und Variationskoeffizient signifikante Differenzen zur Sortenpopulation, die größer waren als die Differenzen zwischen verschiedenen Sorten (Tab. 5).

6. Der Ölgehalt ist vererbbar. Korrelationen zwischen dem Ölgehalt der Mutterpflanzen und dem mittleren Ölgehalt der aus ihnen hervorgegangenen Linien sind positiv (Tab. 6, 7 und 8).

7. Die Höhe des Ölgehaltes der Mutterpflanze läßt nur unsicher auf die Höhe des Ölgehaltes der Nachkommenschaft und überhaupt nicht auf die Größe der Variation des Ölgehaltes in derselben schließen. Dieses ist einerseits bedingt durch den unterschiedlichen Grad der Heterozygotie der Mutterpflanzen, andererseits durch die unkontrollierte Fremdbestäubung (Tab. 5).

8. Bei Kreuzungen innerhalb der Sorte wurde ein deutlicher Einfluß der Mutterpflanze auf die Höhe des mittleren Ölgehaltes der F_1 festgestellt, falls sich beide Elternpflanzen im Ölgehalt extrem unterscheiden. Bei Kombinationen von Eltern mit mittlerem Ölgehalt konnten Transgressionen beobachtet werden (Abb. 2 und 3, Tab. 9).

9. Aufbauend auf den Erkenntnissen über die Variation und Vererbung des Ölgehaltes wurde ein Zuchtverfahren für die Erhaltungszüchtung von Winterraps entwickelt (Abb. 4).

Literatur

1. ANDERSSON, G., und G. OLSSON: Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Auflage, Bd. V, Cruciferen-Ölpflanzen, S. 1–66. Parey, Berlin u. Hbg. 1958. — 2. BJÖRKLUND, C. M., och A. WAHLGREN: Erfarenheter och resultat från firsök med olje växter. Medd. Sv. Oljeväxtodl. Försökskomm., Kristianstad (1955). — 3. BUCHLI, M.: Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Ölgehalt von Raps. Mitt. schweiz. Landw. 7, 81–83 (1959). — 4. FUJII, S., und O. OKAGARI: Studies on the oil formation in rape seed. 4. On the effect of temperature (japanisch). Proc. Crop Sci. Soc. Japan 28, 301–304 (1960). — 5. HEINRICH, O., Ch. ROSENTHAL und H. STAUDE: Lehrbriefe f. d. Fernstudium K.-M. Uni. Leipzig, Landw.-Gärtn. Fakultät. Biometrie 1 u. 2 (1957). — 6. KLOEN, D.: Veredding van Koolzaad. Jb. alg. Bd. v. Qud-leerl. v. Inr. voor Middb. Landbouwonderwijs S. 113–121 (1950). — 7. LEITHE, W.: Refraktometrische Fettbestimmung in Ölsaaten mit Bromnaphthalin. Z. Unters. Lebensmittel 17, 33–38 (1936). — 8. MANNER, R.: On Plant Breeding

Methods of Winter Rape. Z. Pflanzenzüchtg. 41, 395 bis 412 (1959). — 9. MUDRA, A.: Einführung in die Methodik der Feldversuche. Leipzig 1952, 2. Aufl. — 10. NICOLAISEN, W.: Züchtung von Raps. Z. Pflanzenzüchtg. 25, 362–379 (1943). — 11. OLSSON, G., och B. PERSSON: Inkorsning och självsterilitet hos raps. Sver. Utsädesf. 68, 74–78 (1953). — 12. OLSSON, G.: Self-incompatibility and outcrossing in rape and white mustard. Hereditas 46, 240–252 (1960a). — 13. OLSSON, G.: Some relations between number of seed per pod, seed size and oil content and the effect of selection for these characters in *Brassica* and *Sinapis*. Hereditas 46, 29–70 (1960b). — 14. PFEIFFER, P.: Der Mähdrusch im Jahre 1960. Dt. Agrartechn. 11, 246–251 (1961). — 15. RIEMANN, K.-H.: Untersuchungen zur Steigerung des Ölgehaltes beim Raps in ihrer Auswirkung auf erforderliche Züchtungsmaßnahmen. Diss. Univ. Rostock 1962. — 16. RIVES, M.: Le système de reproduction du colza. Sa signification du point de vue de la théorie polygénique de l'hérédité des caractères quantitatifs. Ann. INRA, Série B, Ann. Am. Pl. 4, 21–31 (1954). — 17. RIVES, M.: Études sur la sélection du colza d'hiver. A. INRA, S. B., Ann. Am. Pl. 7, 61–107 (1957). — 18. RUTKOWSKI, A.: Untersuchung des Einflusses der Samenqualität auf die Qualität des Rapsöls. Intern. Zeitschr. d. Landw. Heft 5, 94–102 (1959). — 19. SCHMALFUSS, K.: Pflanzenernährung und Bodenkunde. 7. Auflage, Hirzel-Verlag, Leipzig 1955. — 20. SCHWARZE, P.: Methoden zur Ölbestimmung in der Pflanzenzüchtung. Z. Pflanzenzüchtg. 28, 23–43 (1949). — 21. SCHWARZE, P.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Auflage, Bd. I, Grundlagen der Pflanzenzüchtung, Stoffproduktion und Pflanzenzüchtung. S. 307–365. Parey-Verlag, Berlin u. Hbg. 1958. — 22. STOLLE, G.: Ein Beitrag zur Ertragszüchtung beim Winterraps. Der Züchter 24, 202–215 (1954). — 23. SYLVEN, N.: Självbefruktning och inavel hos raps (*Brassica napus oleifera*). Nordisk Jordbruksforsk. 8, 265–280 (1926). — 24. TROLL, H. J.: Beobachtungen über die Winterfestigkeit und deren Vererbung an verschiedenen Rapsformen und ihren Bastarden. Der Züchter 17/18, 439–447 (1947). — 25. TROLL, H. J.: Über Fragen der Züchtung landwirtschaftlich genutzter Cruciferen. Tagungsber. d. DAL zu Berlin Nr. 32 (1960). — 26. WAGNER, M.: Inzucht und Heterosis bei Raps und Rüben. Z. Pflanzenzüchtg. 33, 237–266 (1954a). — 27. WAGNER, M.: Der Einfluß der Erntezeit auf Ertrag und Kornqualität von Raps. Z. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 5, 111–115 (1954b). — 28. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. Jena 1956, 2. Aufl.

BUCHBESPRECHUNGEN

BAUMEISTER, W., und L. SCHMIDT: Die physiologische Bedeutung des Natriums für die Pflanze. I. Versuche mit höheren Pflanzen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1086. Köln und Opladen: Westdeutscher Verlag 1962. 42 S., 20 Tab. Brosch. DM 14,50.

Die vorliegende Arbeit erschien unter Nr. 1086 der Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen als erster Bericht über Versuche mit höheren Pflanzen (Halophyten). Diese Pflanzen wurden in Vergleich zu Glykophyten gestellt und diese damit auch in die Versuche mit einbezogen. Aus dem gesamten Inhalt der Schrift kann man entnehmen, daß die Halophyten mehr oder weniger stark auf NaCl mit quantitativ besserem Wachstum ansprechen. An *Salicornia* werden verschiedene NaCl-Konzentrationen, CO_2 in Aufnahme, Wachstum, Entwicklung genau untersucht. Darauf folgen Untersuchungen an *Aster Tripolium* und *Atriplex*. An Glykophyten wurden zugleich vor allem *Sinapis* und *Gossypium* ausgewählt. Die Versuche zeigen nach mancher Richtung hin die Schwierigkeit der Frage, deren Lösung noch weit zurücksteht. Es sei nur gesagt, daß manche Pflanzen nach Angaben der Autoren immer mehr auf K, andere mehr auf Na ansprechen. — [Zwecks einheitlicher Schreibweise sei vielleicht noch angemerkt, daß die Schreibung der Bezeichnung „Glykophyten“ der Autoren nicht

stimmt, sondern daß es „Glykophyten“ heißen muß (griechisch glycys = süß).] *K. Schmalfuß, Halle/S.*

Beiträge zur Rübenforschung Nr. 6. Wissenschaftl. Abhandlungen Nr. 54 Sektion Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Berlin: Akademie-Verlag 1961. 55 S., 10 Abb., 6 Tab. Brosch. DM 17,—.

Auf S. 7–27 wird von G. SENFF aufgrund eingehender Auswertung der betreffenden Literatur (75 Literaturangaben) ein ausgezeichneter Überblick über Stand und Problematik der modernen Futterrübenzüchtung gegeben. Die wichtigsten Zuchtziele werden stets im engen Zusammenhang mit anbautechnischen Fragen und bei weitgehender Berücksichtigung der fortschreitenden Mechanisierung diskutiert. Dabei wird ausführlich auf die Problemkreise Rodbarkeit, Bodensitz, Pflanzfähigkeit, Blattbewertung, Schoßresistenz, Keimung bei niedrigen Temperaturen und Lagerfähigkeit eingegangen. Bei der Behandlung zuchtmethodischer Fragen wird einerseits auf die vorhandenen Unterschiede zur Zuckerrübenzüchtung hingewiesen — die hauptsächlich mit der schwierigeren Klonierung und mit einer Selektion auf Form und Farbe zusammenhängen —, andererseits wird betont, daß gewissen, in der Zuckerrübenzüchtung