

- tuents in vine. Chem. Abst. 10737d (1963). — 36. PRINC, J. L.: Zit. n. BLAGOWESTSCHENSKI. — 37. PROCHÁZKA, Ž.: Phenole und aromatische Säuren. In: I. M. HAIS und K. MÁCEK, Handbuch der Papierchromatographie, Bd. 1. Jena: Gust. Fischer Verlag 1958. — 38. REUTHER, G.: Genetisch-biochemische Untersuchungen an Rebenartbastarden. Der Züchter 31, 319—328 (1961). — 39. RUBIN, B. A., und E. W. ARZICHOWSKAJA: Biochemische Charakteristik der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber Mikroorganismen. Berlin: Akademie-Verlag 1953. — 40. SCHÄLLER, G.: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gallenbildung und Nekrosereaktion vom physiologischen Zustand der Wirtspflanze am Beispiel Rebe-Reblaus. Phytopatholog. Z. 46, 269 bis 275 (1962/1963). — 41. SCHWARZE, P.: Untersuchungen über die gesteigerte Flavonoidproduktion in *Phaseolus*-Artbastarden (*Phaseolus vulgaris* × *Phaseolus coccineus*). Planta 54, 152—161 (1959). — 42. SNELL, J. M., und A. WEISSBERGER: The reaction of Thiol compounds with Quinones. J. Am. Chem. Soc. 61, 450—453 (1939). — 43. STELLWAAG-KITTLER, F.: Über den Einfluß von Außenfaktoren auf den Reblausbefall. Morphologische Resistenzmerkmale der Rebe. Verh. d. Dt. Ges. f. Angew. Entomologie 13, 91—98 (1955). — 44. TEAS, H. J., W. ALMEYDA, and H. F. WINTERS: Identification of Mango varieties by paper chromatography. Proc. Assoc. Southern Agric. Workers p. 223 (1959). — 45. TURKOVIC, Z.: Betrachtungen über die Blütenmorphologie der *Vitis silvestris* Gmelin. Die Weinwissenschaft 18, 1—19 (1963). — 46. VALLE, EERO: On anti-fungal factors in potato leaves. Acta Chemica Scandinavica 11, 395 (1957). — 47. VIALA, P., et V. VERMOREL: Ampélographie. Paris 1909. — 48. WILLIAMS, B. L., and S. H. WENDER: The isolation and identification of Quercetin and Isoquercitrin from grapes (*Vitis vinifera*). J. Am. Chem. Soc. 74, 4372—4373 (1952). — 49. ZIMMERMANN, J.: Entwicklungsrhythmus der Rebsorten und Affinität. Weinberg u. Keller 6, 171—180 (1959).

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

II. Mitteilung

**Erkenntnisse zur Variabilität und korrelativen Bindung von Ertragsfaktoren und ihre Bedeutung
für die Rapszüchtung**

Von **KARL-HEINZ RIEMANN**

Mit 5 Abbildungen

Einleitung

In der I. Mitteilung¹ wurden die Erkenntnisse zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes und ihre Anwendung in der Erhaltungszüchtung dargelegt. Gleichzeitig wurde auf die große Bedeutung einer strengen Befruchtungslenkung nach einer eingehenden Erbwertbeurteilung für die Zuchtarbeit mit Fremdbestäubern hingewiesen. Aus den Untersuchungsergebnissen im Rahmen der Erhaltungszüchtung der Sorte 'Ölquell' wurde erkannt, daß eine einseitige Selektion auf nur ein Merkmal, in diesem Falle den Ölgehalt, eine Minderung der Ertragsleistung nach sich ziehen kann. Eine Züchtung unter ausschließlicher Berücksichtigung nur eines Merkmals ist daher abzulehnen.

Es ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, den Erbwert auch in den wesentlichen Ertragsfaktoren zu bestimmen. Dazu ist es notwendig, die zwischen den einzelnen Merkmalen bestehenden korrelativen Bindungen festzustellen und die Variationsbreite zu ermitteln. Danach können mit großer Sicherheit diejenigen Kreuzungspartner zusammengestellt werden, aus deren Kombination ein maximaler Effekt möglich ist. Dabei sollte das Kreuzungspaar so gebildet werden, daß die Kreuzungspflanzen sich hinsichtlich ihrer besonders gut ausgebildeten positiven Merkmale unterscheiden. Die schwachen Stellen der Eltern müssen die Möglichkeit der gegenseitigen Überwindung haben.

Als Faktoren, die den Samenertrag besonders beeinflussen, können die Umweltfaktoren Standort, Standweite, Klima, Düngung, Aussaatzeit und Erntetermin angesehen werden. Von besonderer Bedeu-

tung für den Züchter sind die genetischen Differenzen in den verschiedenen Teilkomponenten, wie Schotenzahl, Schotenlänge, Samengröße und Samenzahl je Schote, die direkten Einfluß auf den Ertrag ausüben, sowie die den Samenertrag indirekt beeinflussenden Faktoren, wie Winterfestigkeit, Spätsaatverträglichkeit, Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen und die Platzfestigkeit. In der vorliegenden Teilarbeit werden die Variation der Samengröße, des Samenertrages, der Schotenanzahl und der Schotenlänge sowie die Beziehungen dieser Merkmale untereinander und die Beziehungen dieser Merkmale zum Ölgehalt innerhalb der Winterrapsorte 'Ölquell', in Linien dieser Sorte und in einem Sortiment untersucht.

Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichten es, zuchtmethodische Verfahren festzulegen, nach deren Anwendung mit großer Sicherheit eine Rapssorte mit maximaler Leistungsfähigkeit entwickelt werden kann.

Das verwendete Material sowie die Verrechnungsmethoden sind bereits in der I. Mitteilung beschrieben. Auf Besonderheiten wird bei der Besprechung der Ergebnisse eingegangen.

Die Variabilität und Vererbung der Samengröße

Die Samengröße ist ein wesentlicher Ertragsfaktor bei allen Druschfrüchten. Auch der Raps macht hier keine Ausnahme. So konnte bei Sommerraps im Institut für Pflanzenzüchtung Gützow durch die Züchtung eines neuen Stammes mit einer um 20% erhöhten Samengröße trotz verminderter Kornzahl je Schote das Ertragspotential um etwa 10% erhöht werden (unveröffentl.).

¹ Der Züchter 33 (1963), S. 217—226.

Tabelle 1. Der Einfluß unterschiedlicher Aussaat- und Erntetermine auf die TKM/Sorte 'Ölquell'.

Aussaat	Ernte	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%	rel.	t	P%
25. 8. 1960	5. 6. 61	50	2,54	0,43	16,9	52,4	24,32	< 0,10	100,0		
	24. 6. 61	49	4,85	0,51	10,5	100,0			100,0		
	18. 7. 61	50	5,56	0,70	12,6	114,6	5,77	< 0,10	100,0		
5. 9. 1960	5. 6. 61	50	2,36	0,38	16,1	51,0	29,10	< 0,10	92,9	2,22	< 2,8
	24. 6. 61	49	4,63	0,40	8,6	100,0			95,5	2,39	< 2,1
	18. 7. 61	50	5,68	0,65	11,4	122,7	9,72	< 0,10	102,2	0,89	> 36,8

Ein geeigneter Vergleichsmaßstab für die Samengröße ist die Tausendkornmasse (TKM). Sie wird naturgemäß in starkem Maße durch die Ernährung der Pflanzen beeinflußt. Die vorhandene Variabilität ist jedoch zu einem wesentlichen Teil genetisch bedingt. Die Erblichkeit des Merkmals Samengröße und auch korrelative Bindungen der Samengröße mit anderen Merkmalen wurden im Verlauf der Untersuchungen festgestellt.

Der Einfluß der Düngung und des Standortes auf die Höhe der TKM ist bekannt. Deshalb wurden die Pflanzen in bezug auf das Merkmal TKM nur innerhalb eines Versuchsjahres unter gleichen Anbaubedingungen bzw. bei mehrjährigen Vergleichen über einen Standard oder mit Hilfe der Korrelationsrechnung geprüft.

Nicht allgemein bekannt ist der Einfluß der Aussaatzeit und des Reifegrades zur Zeit der Ernte auf die Höhe der TKM.

Im Gegensatz zum Ölgehalt, der nur bis zur Binderreihe signifikant ansteigt (I. Mitt. Tab. 3), ist bei der TKM eine signifikante Zunahme bis zur Mähdruschreihe zu verzeichnen (Tab. 1).

Signifikante Differenzen zwischen 2 Aussaatzeiten traten nur bei zu früher Ernte bzw. Ernte in der Binderreihe auf. Bei Ernte in der Mähdruschreihe wiesen auch spätere Aussaaten gleichgroße Samen auf wie Normalsamen.

Hieraus geht eindeutig hervor, daß nur über die Ernte mit dem Mähdrescher in der Totreihe bestens entwickelte Samen geerntet werden können und daß durch jede vorzeitige Ernte infolge einer verminderten Samengröße der Gesamtertrag und auch die Qualität der Rapssamen negativ beeinflußt werden. Deshalb gehört der Mähdruschernte des Rapses nicht nur vom arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkt, sondern auch vom Standpunkt der Qualität und der möglichen Ertragshöhe die Zukunft. Die Platzfestigkeit der Sorte 'Ölquell' und anderer Sorten läßt die Anwendung dieses Ernteverfahrens ohne Verluste zu.

Die Tatsache der ständigen Zunahme der TKM bis zur Totreihe setzt einen einheitlichen Reifegrad des zu untersuchenden Pflanzenmaterials voraus, um eine sichere Aussage über das Merkmal Samengröße treffen zu können. Dieser einheitliche Reifegrad war augenscheinlich bei den untersuchten Pflanzen vorhanden. Insofern können die berech-

neten Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten als repräsentative Größen betrachtet werden.

Untersuchungen innerhalb der Sorte 'Ölquell' zeigten, daß sich die einzelnen Linien in der Regel signifikant von der Gesamtpopulation unterscheiden, daß die Variation innerhalb der Linien in der Regel geringer ist als in der Gesamtpopulation und daß die mittlere Samengröße der Linien zum Teil erheblich vom Mittelwert der Sorte abweicht (rel. 86,6 bis rel. 110,5, s. Tab. 2).

Durch züchterische Maßnahmen haben wir bis zum Jahre 1963 unter Berücksichtigung einer Ölgehaltssteigerung in der Sorte 'Ölquell' bereits eine Linie mit einer TKM von $6,50 \text{ g} \pm 0,65 \text{ g}$ geschaffen. Diese Linie steht weit über der mittleren TKM aller innerhalb von 2 Jahren geprüften 29 Sorten bzw. Stämme.

Aus den Untersuchungen des Sortimentes (Tab. 3) geht hervor, daß in diesem etwa die gleiche Variationsbreite vorhanden ist wie in der Summe der Linien der Sorte 'Ölquell' (Tab. 2). Es geht weiter hervor, daß die TKM unter dem Einfluß der unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse in den einzelnen Jahren sortenbedingt unterschiedlich variiert. Trotz der relativ geringen untersuchten Individuenzahl je Sorte ergeben sich zum Sortenmittel signifikante Differenzen in der TKM der einzelnen Sorten. Auch der Variationskoeffizient ist sorten- und jahrsbedingt unterschiedlich, aber in der Regel erheblich

Tabelle 2. Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der TKM verschiedener Einzelpflanzennachkommenchaften der Sorte 'Ölquell'.

Erntejahr 1961

Material	Variante	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%
Nachk. 1404	7	50	5,77	0,62	10,7	110,5	5,79	0,10
Nachk. 1376		49	5,68	0,46	8,1	108,8	6,05	0,10
Nachk. 1470		49	5,50	0,40	7,3	105,4	4,18	0,10
Nachk. 1290		49	5,47	0,44	8,0	104,8	3,42	0,10
Nachk. 1274		48	5,45	0,54	9,9	104,4	2,67	0,93
Nachk. 1416		49	5,31	0,43	8,1	101,7	1,27	19,3
Nachk. 1295		47	5,06	0,40	7,9	96,9	2,32	2,1
Nachk. 1372		50	5,00	0,41	8,2	95,8	3,19	0,20
Nachk. 1279		49	5,00	0,45	9,0	95,8	2,97	0,38
Nachk. 1445		50	4,98	0,41	8,2	95,4	3,48	0,10
Nachk. 1407	8	49	4,85	0,51	10,5	92,9	4,57	0,10
Nachk. 1345		49	4,77	0,53	11,1	91,4	5,36	0,10
Nachk. 1424		50	5,49	0,59	10,7	105,2	2,97	0,38
Nachk. 1420		50	5,18	0,42	8,1	99,2	0,58	55,0
Nachk. 1250		49	4,93	0,48	9,7	94,4	3,72	0,10
Nachk. 1400	9	50	4,75	0,56	11,8	91,0	5,40	0,10
Nachk. 1466		50	4,52	0,39	8,6	86,6	10,61	0,10
Nachk. 1260		50	5,58	0,61	10,9	106,9	3,87	0,10
Nachk. 1288		50	5,46	0,37	6,8	104,6	3,81	0,10
Nachk. 1462		50	5,16	0,49	9,5	98,9	0,77	42,4
Nachk. 1252	5	49	5,01	0,54	10,8	96,0	2,47	1,6
Nachk. 1328		49	4,95	0,61	10,3	94,8	3,33	0,10
$\Sigma 5$ Nachkommen		248	5,22	0,56	10,7	100,0		

Tabelle 3. Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der TKM in einem Winterrapsortiment.

Sorte	Ernte 1962							Ernte 1963						
	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%
G 2	20	5,87	0,60	10,2	115,1	4,937	< 0,10	20	4,92	0,64	13,0	100,6	0,190	> 84,10
Lembkes Malch.	20	5,75	0,49	8,5	112,7	4,780	< 0,10	20	5,00	0,42	8,4	102,2	0,956	> 31,90
Niederarnbacher	20	5,60	0,578	10,3	109,8	3,290	< 1,00	20	5,16	0,60	11,6	105,5	1,800	> 7,60
Vestal	19	5,52	0,612	11,1	108,2	2,593	< 5,00	20	5,18	0,64	12,4	105,9	1,836	> 6,10
Fertödi	21	5,49	0,82	14,9	107,6	1,990	< 5,00	20	5,81	0,73	12,6	118,8	5,198	< 0,10
G 1	20	5,48	0,43	7,8	107,5	3,940	< 1,00	20	4,88	0,54	11,1	99,8	0,073	> 92,00
Regal	21	5,41	0,691	12,8	106,1	1,813	> 6,10	19	5,22	0,81	15,8	106,8	1,667	> 9,30
Gorczanski	21	5,40	0,463	8,6	105,9	2,325	< 5,00	20	4,94	0,64	13,0	101,0	0,317	> 68,90
Ölquell	20	5,40	0,454	8,4	105,9	2,308	< 5,00	20	5,01	0,80	16,0	102,5	0,628	> 48,50
Kromerizska	17	5,39	0,713	13,2	105,7	1,518	> 11,40	20	4,98	0,53	10,6	101,8	0,662	> 48,50
Poswiecki	20	5,29	0,771	14,6	103,7	1,000	> 31,90	20	5,33	0,63	11,8	109,0	2,821	< 1,00
Grf. Rechbergscher	19	5,27	0,596	11,3	103,3	1,069	> 27,50	20	4,42	0,50	11,3	90,4	3,588	< 0,10
Lembk. Diamant	20	5,24	0,71	13,6	102,7	0,786	> 42,60	20	4,82	0,34	7,1	98,6	0,686	> 48,50
G 4	20	5,20	0,52	10,0	102,0	0,709	> 42,60	20	4,91	0,48	9,8	100,4	0,158	> 84,10
Gr. Lüsewitzer	20	5,20	0,42	8,1	102,0	0,806	> 37,10	20	4,95	0,79	16,0	101,2	0,318	> 68,90
Wolynski	19	5,12	0,603	11,8	100,4	0,125	> 84,10	20	5,22	0,44	8,4	106,8	2,773	< 1,00
Skrzeszowicki	21	5,00	0,61	12,2	98,0	0,645	> 48,50	20	4,84	0,61	12,6	99,0	0,329	> 68,90
M 22	19	4,98	0,556	11,5	97,6	0,930	> 31,90	20	4,20	0,55	13,1	85,9	4,929	< 0,10
Sobotka	18	4,87	0,734	15,1	95,5	1,204	> 19,8	20	5,50	0,51	9,3	112,5	4,621	< 0,10
Oleski	22	4,86	0,420	8,6	95,3	2,000	< 5,00	20	4,72	0,73	15,5	96,5	0,960	> 31,90
Janetzkis	20	4,81	0,958	19,9	94,3	1,266	> 19,80	20	4,76	0,48	10,1	97,3	1,024	> 27,50
Warszawski	20	4,77	0,526	11,0	93,5	2,324	< 5,00	18	4,37	0,39	8,9	89,4	4,561	< 0,10
Matador	20	4,73	0,649	13,7	92,7	2,229	< 5,00	20	4,93	0,50	10,1	100,8	0,305	> 68,90
Dippes	20	4,69	0,412	8,8	92,0	3,360	< 1,00	20	4,71	0,64	13,6	96,3	1,139	> 23,40
Slapska	21	4,66	0,537	11,5	91,4	3,099	< 1,00	20	4,52	0,62	13,7	92,4	2,403	< 5,00
Trebicksa kraj.	24	4,58	0,52	11,4	89,8	3,910	< 0,10	20	4,64	0,65	14,0	94,9	1,563	> 11,40
Rapko	20	4,52	0,529	11,7	88,6	4,056	< 0,10	19	4,27	0,40	9,4	87,3	5,439	< 0,10
Mansholts	20	4,36	0,666	15,3	85,5	4,379	< 0,10	19	4,59	0,71	15,5	93,9	1,705	> 7,60
Krapphauser	20	4,26	0,71	16,7	83,5	4,719	< 0,10	20	4,68	0,34	7,3	95,7	2,079	< 5,00
Sortimentsmittel	29	5,10	0,43	8,4	100,0	—	—	29	4,89	0,36	7,4	100,0	—	—

niedriger als der von STOLLE (1954) an 3 Sorten ermittelte.

Bei derartig großen Differenzen des Merkmals TKM innerhalb eines Sortimentes und innerhalb einer Sortenpopulation liegt der Gedanke nahe, daß auch beim Winterraps die Höhe der TKM in großem Maße genetisch bedingt ist. Einen Hinweis darauf gibt schon der eingangs beschriebene Selektionseffekt bei Sommerraps sowie der oben dargelegte Selektionseffekt in der Sorte 'Ölquell'.

Der Beweis dafür kann über die Korrelationskoeffizienten erbracht werden, die in Tabelle 4 dargestellt sind. Selbst unter Vernachlässigung der jahresweise unterschiedlichen Vegetationsbedingungen, die auf genetisch unterschiedliches Material verschieden wirken können, ergeben sich in jedem Falle signifikant positive Koeffizienten. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von 1959 bis 1963, also über 5 Jahre. Auf Grund dieser Ergebnisse ist es ratsam, den Ertragsfaktor TKM mehr als bisher in der Rapszüchtung zu berücksichtigen.

Die Variabilität und Vererbung des Samenertrages und der Schotenzahl

Neben älteren Untersuchungen über diese beiden Merkmale liegen Arbeiten von STOLLE (1954) und SCHRIMPFF (1954) vor, aus denen hervorgeht, daß diese beiden Merkmale sehr stark positiv korrelieren. Gleichzeitig leitet STOLLE anhand der hohen Variationskoeffizienten für beide Merkmale eine geringe Erblichkeit ab. Diese Feststellungen konnten auch durch Untersuchungen von Linien innerhalb der Sorte 'Ölquell' bestätigt werden, sie treffen also auch in gleichem Umfang für die Linien einer Sorte zu. Allerdings bestehen von Linie zu Linie teilweise recht große Differenzen sowohl in der absoluten Höhe

Tabelle 4. Korrelationskoeffizienten zwischen TKM der Mutterpflanze, der Nachkommenschaft und des Stammes innerhalb der Sorte 'Ölquell' und in einem Sortiment.

Material	n	r	P%
Variante 1/Variante 3	82	+0,352	< 0,27
Variante 3/Variante 5G	82	+0,280	< 1,0
Variante 1/Variante 5G	85	+0,426	< 0,1
Variante 3/Variante 5B	77	+0,251	< 5,0
Variante 1/Variante 5B	81	+0,363	< 0,1
Variante 2/Variante 6	85	+0,412	< 0,1
Variante 5B/Variante 5G	80	+0,398	< 0,1
Sortiment 1962/Sortiment 1963	29	+0,553	< 1,0

der Samenerträge und Schotenzahlen als auch in der Variationsbreite dieser Merkmale (Tab. 5). Die hochsignifikanten positiven Korrelationskoeffizienten von $r + 0,747$ bis $+ 0,978$ beweisen die sehr enge Bindung dieser beiden Merkmale.

Auf Grund des in der Regel wesentlich höheren Variationskoeffizienten beim Merkmal Samenertrag kann gesagt werden, daß die Variabilität des Samenertrages auch noch durch weitere Faktoren hervorgerufen wird und nicht ausschließlich durch die Schotenzahl bestimmt wird. Diese Faktoren sind hauptsächlich die Samengröße und Samenzahl je Schote. Sie wirken jedoch in den einzelnen Linien verschieden stark. Der unterschiedliche Einfluß anderer Faktoren in den einzelnen Linien kommt sehr gut durch die verschiedenen großen Regressionskoeffizienten zum Ausdruck, denn diese sind abhängig von der Variationsbreite der Merkmale Schotenzahl und Samenertrag und vom Korrelationskoeffizienten.

Einen weiteren Einblick in die Besonderheiten der Ertragsbildung erhält man durch Untersuchungen der Faktoren Samenertrag und Schotenzahl bei unterschiedlichen Aussaatzeiten und gleichzeitiger Ernte der Pflanzen in verschiedenen Reifestadien (Tab. 6).

Tabelle 5. Die Variation des Samenertrages und der Schotenzahl sowie die Beziehungen zwischen diesen Merkmalen in Linien der Sortenpopulation 'Ölquell'.

Material	Var.	Samenertrag				Schotenzahl				Korrelation			Regressionskoeffizient R/Schotenzahl
		n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%	n	r	P%	
Nachk. 1345	7	49	9,79	5,27	53,8	49	181	91	50,3	49	+0,860	<0,10	14,9
Nachk. 1445		50	8,06	4,77	59,2	50	143	70	49,0	50	+0,915	<0,10	13,5
Nachk. 1279		49	8,99	3,29	36,6	50	181	45	24,9	49	+0,826	<0,10	11,3
Nachk. 1295		48	7,94	4,71	59,2	50	147	69	46,9	48	+0,922	<0,10	13,7
Nachk. 1416		49	9,38	6,17	65,8	49	200	113	56,5	49	+0,955	<0,10	17,5
Nachk. 1274		48	7,96	4,13	51,9	50	149	60	49,3	48	+0,747	<0,10	10,8
Nachk. 1372		50	7,76	3,85	49,6	50	151	57	37,8	50	+0,855	<0,10	12,7
Nachk. 1290		49	8,58	4,74	55,2	50	163	56	34,4	49	+0,866	<0,10	10,2
Nachk. 1470		49	8,29	7,72	93,1	50	148	112	75,7	49	+0,875	<0,10	12,7
Nachk. 1376		49	10,62	5,08	47,8	50	192	56	29,2	49	+0,939	<0,10	10,5
Nachk. 1404	8	50	8,30	5,27	63,5	50	152	70	46,1	50	+0,978	<0,10	11,7
Nachk. 1407		49	6,48	4,11	63,4	50	112	49	43,7	49	+0,820	<0,10	9,8
Nachk. 1466		50	10,74	7,58	70,5	50	205	97	47,3	50	+0,933	<0,10	11,9
Nachk. 1400		50	7,20	8,28	115,0	50	159	162	101,9	50	+0,969	<0,10	19,0
Nachk. 1420	9	50	7,12	4,67	65,6	50	186	101	54,3	50	+0,873	<0,10	18,9
Nachk. 1424		50	7,88	5,06	64,2	50	171	80	46,8	50	+0,897	<0,10	14,2
Nachk. 1250		49	12,52	8,31	66,2	50	229	119	52,0	49	+0,849	<0,10	12,1
Nachk. 1328	9	49	6,44	3,66	57,8	49	156	55	35,3	49	+0,804	<0,10	12,1
Nachk. 1252		49	7,11	2,91	40,9	49	173	77	44,5	49	+0,782	<0,10	20,7
Nachk. 1462		50	7,78	5,97	76,7	50	163	106	65,0	50	+0,910	<0,10	16,2
Nachk. 1260		49	5,05	2,66	52,7	49	101	32	31,7	49	+0,803	<0,10	9,6
Nachk. 1288		50	10,50	4,19	39,9	50	173	55	31,8	50	+0,777	<0,10	10,2

Es wurden von der Sorte 'Ölquell' bei jeder Variante in den 3 Reifestadien Grünreife, Binderreife und Totreife nur die Pflanzen geerntet, die den höchsten Samenertrag auf Grund einer entsprechenden Verzweigung und Schotenlänge erwarten ließen, da von diesen Pflanzen auch noch Ölgehaltsbestimmungen durchgeführt wurden (I. Mitt.).

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Variabilität des Samenertrages und der Schotenzahl sowie die Mittelwerte dieser Merkmale bei normalem Aussattermin signifikant größer sind als bei verspäteter Aussaat. Dieses bedeutet, daß sich das Pflanzenmaterial bei früher Aussaat mehr differenziert als bei späteren Saatterminen. In der Regel beträgt der Ertragsabfall einer um 10 Tage verspäteten Aussaat bei der Sorte 'Ölquell' unter Gültzower Bedingungen 5–8%. Die Differenz der Samenerträge der ausgesuchten Pflanzen variiert jedoch entsprechend dem Erntetermin bei den beiden Saatzeiten zwischen 32% und 63%. Daraus kann abgeleitet werden, daß bei frühen Aussaaten durch besonders wüchsige Pflanzen andere Pflanzen sehr stark unterdrückt werden und somit bei den frühen Saaten auch eine wesentlich stärkere Differenzierung der Pflanzen nach der negativen Seite erfolgt als bei den verspätigten Saaten. Deshalb ist die in der Praxis übliche Verminderung der Reihenabstände bei verspätigten Saaten real begründet und zu befürworten.

Ein Maß für die Erblichkeit des Samenertrages ist die Höhe der korrelativen Bindung zwischen dem Samenertrag der Einzelpflanze und dem Ertrag der Nachkommenschaft. Zwischen den auf hohen Ölgehalt im Jahre 1959 selektierten Pflanzen und den aus diesen Pflanzen entwickelten Stämmen wurden nach einer Ertragsprüfung im Jahre 1961 Korrelationsberechnungen durchgeführt. Es konnten keine signifikanten Beziehungen festgestellt werden, $r = 0,125$ bei $n = 85$. Die entsprechenden Werte für Einzelpflanzen des Jahres 1960 und die dazugehörigen Stämme des Jahres 1962 sind $r = 0,196$ bei ebenfalls $n = 85$. Bei diesen Ergebnissen ist zu berücksichtigen,

dass nur Pflanzen ausgelesen wurden, die im Samenertrag weit über dem durchschnittlichen Ertrag aller Pflanzen der Population lagen, daß also nur der oberste Teil der gesamten Variationsbreite geprüft wurde.

Auf Grund dieser Ergebnisse muß gesagt werden, daß die eventuell vorhandene genetische Variabilität des Komplexfaktors Samenertrag an Einzelpflanzen nicht sichtbar in Erscheinung tritt, da durch die verschiedensten Umwelteinflüsse die genetischen Differenzen dieses Faktors vollkommen überdeckt werden. Das gleiche trifft auch für das Merkmal Schotenzahl zu, da dieses Merkmal sehr stark mit dem Samenertrag korreliert. Eine Auslese auf das Merkmal hoher Samenertrag oder hohe Schotenzahl bei Rapseinzelpflanzen als züchterische Maßnahme zur Verbesserung der Ertragsleistung ist nicht nur unbegründet, sondern auch völlig wirkungslos. Sie muß daher abgelehnt werden. Der Züchter wird jedoch aus anderen Gründen nicht immer auf die Auslese der ertragreichsten Pflanzen verzichten können, sei es, daß von einer bestimmten Samenmenge der Einzelpflanze die Bestimmung von Inhaltsstoffen abhängig ist oder daß zur Anzucht einer genügend großen Nachkommenschaft eine bestimmte Samenmenge die Voraussetzung ist oder auch aus zuchtmethodischen Gründen, wenn er bei Fremdbestäubern nach entsprechender Prüfung auf überlagertes Saatgut zurückgreifen will.

Die Schotenlänge als Selektionsmerkmal

Die Schotenlänge ist ebenso wie der Samenertrag bzw. die Schotenzahl in der Regel ein Selektionsmerkmal in der Rapszüchtung, weil man annimmt, daß mit einer langen Schote gleichzeitig eine hohe Samenzahl in der Schote gewährleistet ist. RIVES (1957) fand für diese beiden Merkmale stark positive Korrelationen.

Wegen der großen Zahl von Schoten an den einzelnen Pflanzen ist in der Praxis die exakte Messung der Schotenlänge problematisch. Wir zählten an

Tabelle 6. Der Einfluß unterschiedlicher Aussaat- und Erntetermine auf den Samenertrag und die Schotenanzahl sowie die Beziehungen zwischen diesen beiden Merkmalen Sorte 'Ölqueen'.

Aussaat	Entst.	n	\bar{x}	s	s%	Samenertrag			rel.	t	P%	n	\bar{x}	s	s%	Schotenanzahl			rel.	t	P%	n	\bar{x}	s	s%	Korrelationen		
						rel.	t	P%								rel.	t	P%								n	r	P%
25. 8. 1960	5. 6. 61 24. 6. 61 18. 7. 61	50 49 50	5,48 10,75 18,26	2,18 5,94 15,72	39,8 55,2 86,2	51,0 3,16 169,9	5,84 <0,10 <0,20	100 100 100	50 49 50	175 168 228	54 79 138	30,9 47,0 60,5	50 49 50	104,2 2,66 135,7	0,49 <0,93 162,6	>61,8 <0,93 6,73	100 100 <0,10	50 49 50	0,695 0,882 0,950	<0,10 <0,10 <0,10								
5. 9. 1960	5. 6. 61 24. 6. 61 18. 7. 61	50 49 50	3,70 6,38 6,70	1,49 2,79 4,32	40,3 43,7 64,6	58,0 59,3 105,0	5,94 4,66 0,44	<0,10 <0,10 <0,10	67,5 59,3 6,01	4,75 4,66 >61,8	<0,10 50 <0,10	161 54 99	50 36 59	33,5 36,4 56,2	162,6 36,4 106,1	6,73 36,4 0,61	<0,10 5,56 >48,3	92,0 58,9 46,1	50 5,56 5,80	>19,3 5,56 >0,10	50 49 50	0,779 0,910 0,888	<0,10 <0,10 <0,10					

Einzelpflanzen 95 bis 1359 Schoten, an den Haupttrieben von Einzelpflanzen 6—74 Schoten. Es war daher zunächst zu überprüfen, ob die Schotenlängenmessungen an den Haupttrieben repräsentativ für die gesamte Pflanze sind oder ob sämtliche Schoten der Pflanze gemessen werden müssen.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Schoten am Haupttrieb signifikant länger sind als die Schoten an den Nebentrieben. Sie weisen jedoch an Haupt- und Nebentrieb die gleiche Variationsbreite auf. Zwischen den Schoten des Haupttriebes und denen der entsprechenden Nebentriebe bestehen hinsichtlich ihrer Länge signifikant positive Korrelationen $r +0,756$ bei $n=50$. Auch bei Isolierung von einzelnen Pflanzenteilen zum Zwecke der Selbstung sind für das Merkmal Schotellänge noch signifikant positive Korrelationen zwischen den unter verschiedenen Bedingungen abblühenden Pflanzenteilen vorhanden.

Die Messung von nur einigen wenigen Schoten

am Haupttrieb ist nicht genügend repräsentativ, da die Variation am Haupttrieb einer Pflanze in der Regel größer ist als die Variation der Mittelwerte aller Haupttriebe einer Population. Deshalb hat nach unserer Meinung nur die mittlere Schotenlänge aller Schoten des Haupttriebes eine genügend große Aussagekraft.

Da Serienmessungen in der Regel viel Zeit beanspruchen, war zu überprüfen, welche Zeitspanne für eine Schotenlängenmessung an der Pflanze zur Verfügung steht, d. h. wie lange Schotenlängenmessungen ohne Beeinträchtigung der Ergebnisse durchgeführt werden können. Auf Grund der Messungen in der Sortenpopulation 'Ölquell' in verschiedenen Reifestadien kann gesagt werden, daß mit Hartwerden der grünen Samen (Grünreife) auch die volle Schotenlänge erreicht ist und daß die Messungen bis zur Vollreife ohne nennenswerten Versuchsfehler durchgeführt werden können. Die Zeitspanne dafür betrug 1961 ca. 6 Wochen.

Zweckmäßigerweise wird die Schote vom Ansatz des Schotenstiels bis zum Ende der Schotenspitze gemessen. Unterschiedliche Schotenspitzenlängen, wie sie TROLL (1960) bei verschiedenen Einzelpflanzennachkommenschaften fand, könnten die Ergebnisse der Messungen erheblich beeinflussen. Derartige Unterschiede konnten wir jedoch in unserem Material nicht beobachten.

Die Berechnungen der mittleren Schotenlängen in einzelnen Linien der Sorte 'Ölquell' (Tab. 7) zeigen, daß die Variation innerhalb der Linien in der Regel geringer ist als in der Gesamtpopulation. Ferner ist ersichtlich, daß sich die meisten Linien auch in der Schotenlänge signifikant voneinander unterscheiden.

Können auf Grund der Berechnung der Schotenlänge Rückschlüsse auf den Ölgehalt, die TKM, den Samenertrag oder die Schotenzahl gezogen werden? Kann die Schotenlänge als Vorauslesemerkmal bei der Züchtung auf hohen Ölgehalt benutzt werden? Lohnt sich also der Aufwand einer

Tabelle 7. Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der mittleren Schotenlängen am Haupttrieb in verschiedenen Einzelpflanzennachkommenschaften der Sorte 'Ölquell'.

Material	Variante	n	\bar{x}	s	s%	rel.	t	P%
Population 1961	7	49	6,95	0,78	11,2	100,0		
Nachk. 1345		49	6,88	0,62	9,0	99,0	0,49	>61,8
Nachk. 1445		50	7,63	0,43	5,6	109,8	5,35	<0,10
Nachk. 1279		50	7,09	0,41	5,8	102,0	1,12	>23,0
Nachk. 1295		50	6,06	0,57	9,4	87,2	6,45	<0,10
Nachk. 1416		49	7,05	0,57	8,1	101,4	0,72	>42,4
Nachk. 1274		50	7,25	0,62	8,6	104,3	2,11	<3,6
Nachk. 1372		50	7,12	0,56	7,9	102,4	1,25	>19,3
Nachk. 1290		50	7,00	0,51	7,3	100,7	0,38	>68,8
Nachk. 1470		50	5,94	0,80	13,5	85,5	6,39	<0,10
Nachk. 1376	8	50	7,58	0,54	7,1	109,1	4,67	<0,10
Nachk. 1404		50	6,69	0,55	8,2	96,3	1,91	<5,7
Nachk. 1407		50	6,84	0,61	8,9	98,4	0,79	>42,4
Nachk. 1466		50	6,64	0,47	7,1	95,5	2,40	1,6
Nachk. 1400		50	6,66	0,63	9,5	95,8	2,04	<4,5
Nachk. 1420	9	50	6,11	0,55	9,0	87,9	6,18	<0,10
Nachk. 1424		50	5,97	0,80	13,4	85,9	6,20	<0,10
Nachk. 1250		50	6,66	0,42	6,3	95,8	2,30	2,1
Nachk. 1328		49	6,97	0,49	7,0	100,3	0,15	>84,1
Nachk. 1252	9	49	6,92	0,60	8,7	99,6	0,21	<76,3
Nachk. 1462		50	5,84	0,42	7,2	84,0	8,81	<0,10
Nachk. 1260		50	6,42	0,54	8,4	92,4	3,93	<0,10
Nachk. 1288		50	5,89	0,59	10,0	84,7	7,63	<0,10

Tabelle 8. Korrelationskoeffizienten zwischen Schotenlänge/Ölgehalt, Schotenlänge/TKM, Schotenlänge/Samenertrag und Schotenlänge/Schotenzahl in der Sortenpopulation 'Ölquell' und in Linien dieser Population.

Material	Var.	Schotenlänge/Ölgehalt		Schotenlänge/TKM		Schotenlänge/Samenertrag		Schotenlänge/Schotenzahl	
		n	r	n	r	n	r	n	r
Aussaat: Ernte:									
25. 8. 60	5. 6. 61	47	- 0,222	50	- 0,061	50	- 0,020	50	+ 0,175
	24. 6. 61	49	- 0,141	49	+ 0,056	49	+ 0,216	49	+ 0,184
	18. 7. 61	50	- 0,139	50	+ 0,092	50	+ 0,426**	50	+ 0,255
5. 9. 60	5. 6. 61	11	- 0,046	50	+ 0,101	50	+ 0,075	50	- 0,103
	24. 6. 61	48	- 0,065	49	+ 0,057	49	- 0,110	49	- 0,248
	18. 7. 61	47	+ 0,160	50	- 0,076	50	+ 0,053	50	- 0,141
Nachk. 1345		49	+ 0,140	49	- 0,233	49	+ 0,214	49	+ 0,053
Nachk. 1445		50	- 0,152	50	+ 0,236	50	+ 0,036	50	- 0,121
Nachk. 1279		49	+ 0,017	49	- 0,230	49	+ 0,234	50	+ 0,158
Nachk. 1295		48	+ 0,018	47	+ 0,211	48	- 0,043	50	- 0,132
Nachk. 1416		49	+ 0,066	49	- 0,103	49	+ 0,063	49	+ 0,139
Nachk. 1274		48	- 0,103	48	+ 0,031	48	+ 0,039	50	- 0,109
Nachk. 1372		48	+ 0,051	50	+ 0,067	50	+ 0,063	50	- 0,221
Nachk. 1290		49	- 0,437**	49	+ 0,024	49	+ 0,517***	50	+ 0,371**
Nachk. 1470		48	- 0,070	49	+ 0,063	49	+ 0,086	50	- 0,063
Nachk. 1376		48	- 0,189	49	- 0,214	49	+ 0,338*	50	+ 0,165
Nachk. 1404		49	+ 0,109	50	- 0,304*	50	+ 0,092	50	+ 0,071
Nachk. 1407		45	+ 0,011	49	+ 0,075	49	+ 0,014	50	- 0,252
Nachk. 1466		50	- 0,347*	50	+ 0,208	50	+ 0,308*	50	+ 0,287*
Nachk. 1400		42	- 0,252	50	- 0,047	50	+ 0,422**	50	+ 0,373**
Nachk. 1420		45	+ 0,439**	50	- 0,425**	50	- 0,113	50	- 0,242
Nachk. 1424		46	+ 0,282	50	- 0,416**	50	+ 0,171	50	+ 0,030
Nachk. 1250		48	- 0,100	49	+ 0,139	49	+ 0,428**	50	+ 0,418**
Nachk. 1328		46	- 0,067	49	- 0,124	49	+ 0,072	49	+ 0,043
Nachk. 1252		46	+ 0,156	49	- 0,239	49	- 0,343*	49	- 0,515***
Nachk. 1462		9	- 0,027	50	- 0,081	50	+ 0,549***	50	+ 0,300*
Nachk. 1260		38	- 0,026	50	+ 0,101	49	+ 0,128	49	+ 0,046
Nachk. 1288		50	+ 0,035	50	- 0,216	50	+ 0,057	50	+ 0,112

* = $p < 5\%$; ** = $p < 1\%$; *** = $p < 0,10\%$

Schotenlängenmessung in der Züchtung? Diese Fragen können anhand der durchgeföhrten Korrelationsberechnungen beantwortet werden (Tab. 8).

Sowohl in den Linien als auch der Gesamtpopulation sind keine signifikanten Beziehungen zwischen der Schotenlänge und dem Ölgehalt sowie zwischen Schotenlänge und TKM nachweisbar. Lange Schoten und hoher Ölgehalt sind in einer Pflanze gut zu vereinen, da beide Merkmale unabhängig voneinander variieren. Die Schotenlänge kann demnach nicht als Vorauslesemerkmal für hohen Ölgehalt oder hohe TKM benutzt werden. Dagegen wird der Samenertrag in der Regel positiv durch die Schotenlänge beeinflusst. Bei normaler Aussaatzeit nimmt der Grad der Beeinflussung mit zunehmender Reife zu, bei verspäteter Aussaat konnten keine Beziehungen zwischen der Schotenlänge und dem Samenertrag festgestellt werden.

Zwischen Schotenzahl und Schotenlänge ergeben sich von Linie zu Linie unterschiedliche Beziehungen, die in der Regel nicht signifikant sind. Bemerkenswert ist, daß bei normaler Aussaatzeit sich für die Sortenpopulation 'Ölquell' positive Beziehungen, bei verspäteter Aussaat jedoch für die gleiche Population negative Beziehungen zwischen der Schotenlänge und der Schotenzahl ergeben. Das bedeutet, daß bei einer verspäteten Aussaat die Pflanzen in der Regel viele kürzere Schoten oder wenige längere Schoten ausbilden. Diese Tatsache läßt den Schluß zu, daß die genetische Grundlage der Schotenlänge durch Umwelteinflüsse relativ leicht modifizierbar ist und auch bei diesem Merkmal nur Pflanzenmaterial verglichen werden kann, das unter gleichen Bedingungen aufgewachsen ist.

Nach einer Berechnung der mittleren Samenzahl je Schote für jede Linie und einem korrelativen Vergleich mit den entsprechenden mittleren Schotenlängen konnten zwar positive, aber nicht signifikante Beziehungen zwischen diesen beiden Merkmalen festgestellt werden. Dieses kann nur mit einer unterschiedlichen Samendichte in den Schoten begründet werden. Zwischen Samenzahl je Schote und der TKM konnten für die Linienmittel signifikant negative Beziehungen festgestellt werden. Der Korrelationskoeffizient betrug $r = - 0,426$ bei $n = 23$. Dagegen bestanden bei den Linienmitteln keine signifikanten Beziehungen zwischen der Samenzahl je Schote und dem Ölgehalt, $r = - 0,276$ bei $n = 23$. Deshalb kann die Samenzahl je Schote auch kein Vorauslesemerkmal für eine Züchtung auf hohen Ölgehalt darstellen.

Es ist daher nicht notwendig, bei einer Züchtung auf hohen Ölgehalt und hohen Ölgehalt exakte Feststellungen der Schotenlänge oder der Samenzahl je Schote durchzuführen. Die erwünschten langen Schoten können durch visuelle Betrachtung bei der Selektion berücksichtigt werden.

Die Beziehungen zwischen dem Ölgehalt und Ertragsmerkmalen

OLSSON (1960) untersuchte an Senf (*Sinapis alba*) die Beziehungen zwischen Ölgehalt, Samenzahl je Schote und Samengröße. Er fand negative Korrelationen zwischen Ölgehalt und Samengröße, vorwiegend negative zwischen Ölgehalt und Samenertrag und positive Korrelationen zwischen Ölgehalt und Samenzahl je Schote. Er stellte fest, daß eine gleichzeitige Steigerung von Ölgehalt und Samenertrag bei Senf möglich ist, wenn beide Merkmale entspre-

chend beachtet werden. STOLLE (1954) fand unter drei untersuchten Rapssorten nur bei einer Sorte eine signifikant negative Beziehung zwischen Ölgehalt und TKM. Die Samengröße in den übrigen Sortenpopulationen sowie Samenertrag, Schotenzahl und Samenzahl je Schote variierten unabhängig vom Ölgehalt.

Eigene Untersuchungen innerhalb der Sorte 'Ölquell' ergeben, daß sowohl in der Sortenpopulation als auch in den einzelnen Linien dieser Population negative Beziehungen zwischen dem Ölgehalt einerseits und der Samengröße, dem Samenertrag und der Schotenzahl andererseits vorhanden sind (Tab. 9). Jedoch sind Linien vorhanden, in denen keine signifikanten Beziehungen festgestellt werden konnten, so daß eine Analyse von Linien mit hohem Ölgehalt unbedingt notwendig und erfolgversprechend für die züchterische Arbeit erscheint. Aus der letzten Spalte der Tabelle geht hervor, daß in der Regel innerhalb der Linie diejenigen Pflanzen den höchsten Ölgehalt aufweisen, bei denen ein relativ großer Anteil der Schoten am Haupttrieb ausgebildet ist, d. h., die wenig verzweigt sind. Da die erhöhte Schotenzahl und damit der erhöhte Samenertrag

an einer Pflanze durch vermehrte Ausbildung von Nebentrieben und nicht durch eine Verlängerung des Haupttriebes bedingt ist, ergeben sich die negativen Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen Ölgehalt und Samenertrag.

Weiter geht aus der Tabelle hervor, daß mit zunehmender Reife ganz allgemein die Beziehungen der einzelnen Merkmale mit dem Ölgehalt deutlicher ausgeprägt werden und daß teilweise Umkehrungen der Beziehungen eintreten. Dieses wird besonders deutlich bei den Korrelationsberechnungen zwischen dem Ölgehalt und der TKM. Bei zu früher Ernte haben diejenigen Pflanzen den höchsten Ölgehalt, die auch eine hohe TKM aufweisen. Dies ist bedingt durch den schon fortgeschrittenen Reifeprozess der Samen in diesen Pflanzen. In der Totreife werden die genetisch bedingten Beziehungen voll sichtbar, während in der Binderreife keine signifikanten Beziehungen nachweisbar sind. Die Ursache dafür ist, daß in der Binderreife einzelne Pflanzen bereits die endgültige Samengröße erreicht haben, während bei anderen noch ein erheblicher Zuwachs in der Samengröße erfolgt. Dadurch wird die in der Population vorhandene negative Beziehung zwischen diesen

Tabelle 9. Korrelationskoeffizienten zwischen Ölgehalt/TKM, Ölgehalt/Samenertrag, Ölgehalt/Schotenzahl u. Ölgehalt/Schotenzahl am Haupttrieb in % der Gesamtschotenzahl in der Sorte 'Ölquell'.

Material	Var.	Ölgehalt/TKM		Ölgehalt/Samenertrag		Ölgehalt/Schotenzahl		Ölgehalt/Schotenzahl		
		n	r	n	r	n	r	n	r Haupttr. %	
Populationsausl. 1959	1	—	—	200	+ 0,025	—	—	—	—	
Populationsausl. nach Ölselektion 1959	1	82	- 0,198	85	- 0,096	—	—	—	—	
Stammpr. 1961	5 G	85	+ 0,026	85	- 0,018	—	—	—	—	
Populationsausl. 1960	2	300	- 0,330***	300	- 0,044	—	—	—	—	
Populationsauslese nach Ölselektion 1960	2	85	- 0,222*	85	- 0,205	—	—	—	—	
Nachkommenschaft 1823	4	29	- 0,203	37	- 0,288	—	—	—	—	
Nachk. 1800	4	45	- 0,542***	45	- 0,294*	—	—	—	—	
Nachk. 1785	4	44	- 0,369*	47	- 0,109	—	—	—	—	
Nachk. 1782	4	39	- 0,058	46	+ 0,052	—	—	—	—	
Nachk.-Parz. 1961	6	85	- 0,081	—	—	—	—	—	—	
Aussaat Ernte										
25. 8. 1960	5. 6. 1961	47	+ 0,591***	47	+ 0,308*	47	- 0,113	47	- 0,021	
	24. 6. 1961	50	- 0,095	50	- 0,172	50	- 0,207	49	+ 0,252	
	18. 7. 1961	50	- 0,317*	50	- 0,485***	50	- 0,446**	50	+ 0,426**	
5. 9. 1960	5. 6. 1961	11	34	+ 0,528***	34	- 0,118	34	- 0,125	34	+ 0,134
	24. 6. 1961	49	+ 0,092	49	- 0,195	49	- 0,264	48	+ 0,286*	
	18. 7. 1961	47	- 0,477***	47	- 0,385**	47	- 0,438**	47	+ 0,372**	
Nachk. 1345		50	- 0,167	50	- 0,253	50	- 0,344*	49	+ 0,330*	
Nachk. 1445		50	- 0,290*	50	- 0,299*	50	- 0,242	50	+ 0,170	
Nachk. 1279		49	- 0,008	49	+ 0,001	49	- 0,091	49	- 0,021	
Nachk. 1295		47	- 0,273	48	- 0,379**	48	- 0,292*	48	+ 0,325*	
Nachk. 1416		49	+ 0,081	49	- 0,390**	49	- 0,363**	49	+ 0,157	
Nachk. 1274	7	48	+ 0,035	48	- 0,233	48	- 0,284*	48	+ 0,083	
Nachk. 1372		48	- 0,320*	48	+ 0,254	48	+ 0,081	48	+ 0,128	
Nachk. 1290		49	- 0,159	49	- 0,283	49	- 0,226	49	- 0,049	
Nachk. 1470		48	+ 0,079	48	- 0,547***	48	- 0,617***	48	+ 0,433**	
Nachk. 1376		48	- 0,471***	48	+ 0,032	48	+ 0,083	48	+ 0,081	
Nachk. 1404		49	- 0,022	49	- 0,059	49	- 0,119	49	+ 0,028	
Nachk. 1407		45	- 0,089	45	- 0,559***	45	- 0,523***	45	+ 0,218	
Nachk. 1466		50	- 0,429***	50	- 0,363**	50	- 0,298*	50	+ 0,263	
Nachk. 1400	8	42	+ 0,189	42	- 0,378*	42	- 0,451**	42	+ 0,426**	
Nachk. 1420		45	- 0,367*	45	- 0,537***	45	- 0,677***	45	+ 0,514***	
Nachk. 1424		46	- 0,755***	46	- 0,410**	46	- 0,288*	46	+ 0,227	
Nachk. 1250		48	+ 0,475***	48	- 0,040	48	- 0,118	48	+ 0,129	
Nachk. 1328		46	- 0,116	46	- 0,110	46	- 0,250	46	- 0,117	
Nachk. 1252		47	- 0,441**	47	- 0,074	47	- 0,039	46	+ 0,165	
Nachk. 1462	9	50	+ 0,121	50	- 0,609***	50	- 0,689***	50	+ 0,578***	
Nachk. 1260		38	- 0,573***	38	- 0,017	38	- 0,088	38	- 0,105	
Nachk. 1288		50	- 0,454***	50	- 0,060	50	- 0,029	50	+ 0,172	

* = p < 5%; ** = p < 1%; *** = p < 0,10%

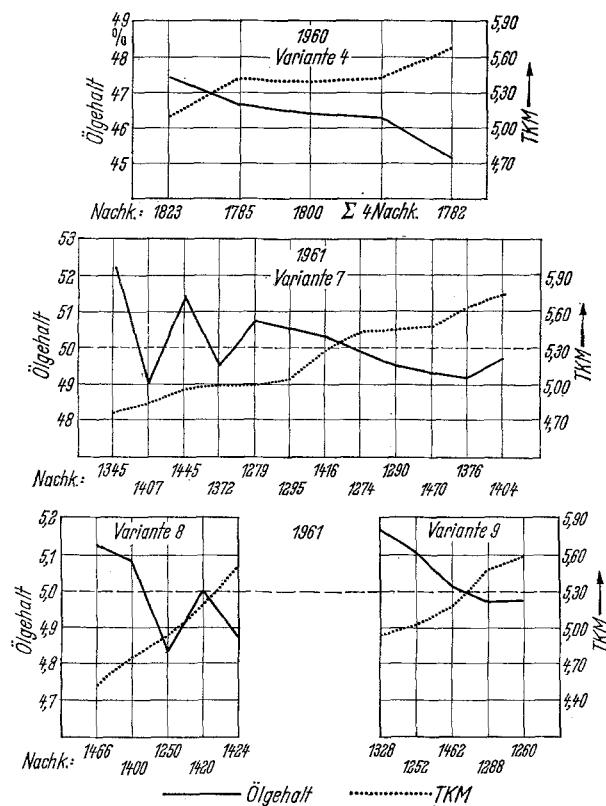


Abb. 1. Mittlerer Ölgehalt und mittlere TKM von Nachkommenschaften der Sortenpopulation.

beiden Merkmalen im Stadium der Binderreife nicht sichtbar. Diese Ergebnisse zeigen, daß der Reifegrad einen wesentlichen Einfluß auf die Beziehungen der Merkmale beim Raps ausübt und deshalb unbedingt berücksichtigt werden muß. Auf Grund der bisher dargelegten Fakten erscheint es wenig aussichtsreich, eine gleichzeitige Steigerung des Ölgehaltes und des Samenertrages in der Sorte 'Ölquell' durch Auslese zu erreichen.

Stellt man jedoch die mittleren Ölgehalte mit den mittleren Werten der Ertragskomponenten für die einzelnen Linien zusammen (Abb. 1 und 2), so ist offensichtlich, daß nur für die Merkmale Ölgehalt und TKM auch hier negative Beziehungen vorhanden sind, das heißt, daß diese beiden Merkmale sehr stark miteinander gekoppelt sind. Da aber auch drei negative Korrelationsbrecher vorhanden sind, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß auch positiv abweichende Linien möglich sind. Im Verlaufe der weiteren Zuchtarbeiten wurden solche Linien gefunden. Bei den übrigen untersuchten Merkmalen ist festzustellen, daß für die Linienmittel keine eindeutigen Beziehungen zum mittleren Ölgehalt der entsprechenden Linien nachweisbar sind. Es sind Linien vorhanden, die im Mittel hohen Ölgehalt und hohe Werte der anderen Ertragsfaktoren zeigen, neben anderen Linien, bei denen sowohl der Ölgehalt als auch die untersuchten Ertragsfaktoren niedrige Mittelwerte aufweisen.

Diese Tatsache unterstreicht die Notwendigkeit von Linienanalysen und deren Auswertung für eine erfolgreiche Zuchtarbeit. In Tab. 10 wurde eine zusammenfassende Auswertung vorgenommen. Hier sind die mittleren Wertmerkmale für die einzelnen Linien und die korrelative Bindung der Ertragsmerkmale mit dem Ölgehalt in den einzelnen Linien

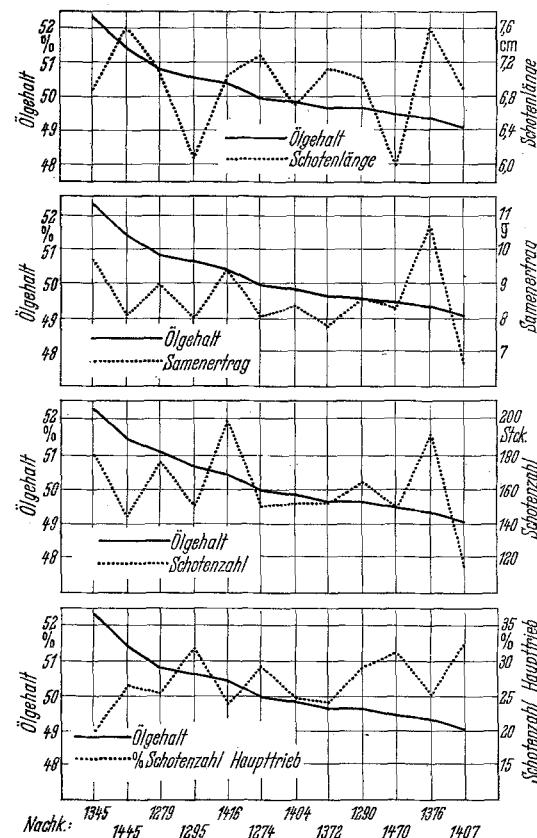


Abb. 2. Variante 7. Mittlere Schotenlänge, Samenertrag, Schotenzahl und % Schotenzahl Haupttrieb von Nachkommenschaften der Sortenpopulation in Verbindung mit dem Ölgehalt.

zusammengestellt. Aus dieser Aufstellung läßt sich unschwer der züchterische Wert der einzelnen Linien ableiten.

Von den 4 geprüften Linien des Erntejahres 1960 zeichnet sich nur die Nachkommenschaft 1823 durch 2,6% höhere Ölgehalt gegenüber der Sortenpopulation sowie durch fehlende signifikante Beziehungen zwischen Ölgehalt und TKM sowie zwischen Ölgehalt und Samenertrag aus. TKM und Samenertrag der Einzelpflanzen dieser Linie sind als nicht ungünstig zu bezeichnen, könnten aber beide höher liegen. Die anderen 3 Linien sind wegen zu geringem Ölgehalt (1782) oder signifikant negativer Beziehungen zwischen Ölgehalt und TKM (1800 und 1785) trotz teilweise hoher Samenerträge (1800) als wenig geeignet für eine Züchtung auf hohen Ölgehalt zu bezeichnen.

Von den 12 geprüften Linien der Variante 7 im Erntejahr 1961, die auf Einzelpflanzen des Jahres 1960 mit hohem Ölgehalt zurückgehen, zeigt die Nachkommenschaft 1345 die besten Merkmalskombinationen bei sehr hohem Ölgehalt und guter Ausbildung der anderen Ertragsfaktoren. Allerdings müßte die TKM in dieser Linie noch erhöht werden. Von den im Ölgehalt folgenden Linien zeichnen sich 1445 durch lange Schoten, 1416, 1404, 1274 durch hohe TKM und 1279 sowie 1404 durch fehlende signifikante negative Beziehungen zwischen dem Ölgehalt und den Ertragsmerkmalen aus. Alle anderen Linien sind wegen des über 2,7% geringeren mittleren Ölgehaltes gegenüber der Nachkommenschaft 1345 für die weiteren Zuchtarbeiten mit dem Zuchziel „maximaler Ölgehalt“ wenig geeignet, obwohl in einzelnen Teileigenschaften positive Ana-

Tabelle 10. Mittlere Wertmerkmale der Sortenpopulation 'Ölquell' sowie von Nachkommenschaften und der Grad der korrelativen Bindung einzelner Merkmale mit dem Ölgehalt.

Material	Variante	a) Ölgehalt % \bar{x}	b) TKM g \bar{x}	r _{ab}	c) Samen- ertrag \bar{x}	r _{ac}	d) Schoten- zahl \bar{x}	r _{ad}	e) Schoten- länge cm \bar{x}	r _{ae}	f) Schoten- Haupttr. % \bar{x}	r _{af}
Popul. 1960	2	44,88	4,77	—o	29,90	—o						
Nachk. 1823		47,47	5,11	—o	10,69	—o						
Nachk. 1800	4	46,43	5,38	—o	18,01	—						
Nachk. 1785		46,63	5,43	—	11,90	—o						
Nachk. 1782		45,15	5,66	—o	9,30	+o						
Popul. 1961	11	47,66	4,85	—o	10,75	—o	168	—o	6,95	—o	29,1	+o
Nachk. 1345		52,23	4,77	—o	9,79	—o	181	—	6,88	+o	19,5	+
Nachk. 1445		51,42	4,98	—	8,06	—	143	—o	7,63	—o	26,1	+o
Nachk. 1279		50,74	5,00	o	8,99	o	181	—o	7,09	+o	25,2	—o
Nachk. 1295		50,53	5,06	—o	7,94	—	147	—	6,06	+o	31,4	+
Nachk. 1416		50,29	5,31	+o	9,38	—	200	—	7,05	+o	23,7	+o
Nachk. 1274	7	49,92	5,45	+o	7,96	—o	149	—	7,25	—o	28,7	+o
Nachk. 1372		49,51	5,00	—	7,76	+o	151	+o	7,12	+o	24,0	+o
Nachk. 1290		49,47	5,47	—o	8,58	—o	163	—o	7,00	—	28,8	—o
Nachk. 1470		49,35	5,50	+o	8,29	—	148	—	5,94	—o	31,3	++
Nachk. 1376		49,28	5,68	—	10,62	+o	192	+o	7,58	—o	25,1	+o
Nachk. 1404		49,95	5,77	—o	8,30	—o	152	—o	6,69	+o	24,6	+o
Nachk. 1407		48,93	4,85	—o	6,48	—	112	—	6,84	+o	32,7	+o
Nachk. 1466		51,27	4,52	—	10,74	—	205	—	6,64	—	15,8	+o
Nachk. 1400		50,82	4,75	+o	7,20	—	159	—	6,66	—o	18,3	++
Nachk. 1420	8	50,48	5,18	—	7,12	—	186	—	6,11	++	27,8	+++
Nachk. 1424		48,63	5,49	—	7,88	—	171	—	5,97	+o	19,4	+o
Nachk. 1250		46,22	4,93	++	12,52	—o	229	—o	6,66	—o	25,2	+o
Nachk. 1328		51,25	4,95	—o	6,44	—o	156	—o	6,97	—o	21,0	—o
Nachk. 1252		51,04	5,01	—	7,11	—o	173	—o	6,92	+o	17,4	+o
Nachk. 1462	9	50,07	5,16	+o	7,78	—	163	—	5,84	—o	26,9	++
Nachk. 1260		49,71	5,58	—	5,05	—o	101	+o	6,42	—o	28,0	—o
Nachk. 1288		49,59	5,46	—	10,50	—o	173	—o	5,89	+o	24,3	+o

+o ungesichert positiv; —o ungesichert negativ; — — + + p = < 0,10%; — + p = 5-1%; — — + p = 1-0,1%

lysene Werte vorliegen. Vereinzelt in diesen Linien gefundene Pflanzen mit höchstem Ölgehalt sollten über deren Nachkommenschaften weiter geprüft werden.

Die Linien der Variante 8 gehen auf Einzelpflanzen mit niedrigem Ölgehalt zurück. Hier sind keine Linien vorhanden, die im Hinblick auf das Zuchziel „maximaler Ölgehalt“ von Bedeutung sind. Die wegen der signifikant positiven Korrelation zwischen Ölgehalt und TKM innerhalb der Linie interessierende Nachkommenschaft 1250 hat wegen des geringen mittleren Ölgehaltes und der relativ niedrigen TKM keine züchterische Bedeutung. Unter den Linien der Variante 9, die auf Einzelpflanzen mit mittlerem Ölgehalt zurückgehen, ist ebenfalls keine Linie mit züchterisch wertvollen Beziehungen zwischen dem Ölgehalt und den Ertragsfaktoren vorhanden. Die im mittleren Ölgehalt positiv zu beurteilenden Linien 1328 und 1252 können wegen zu niedriger Samenerträge bei hohen Schotenzahlen nicht befriedigen.

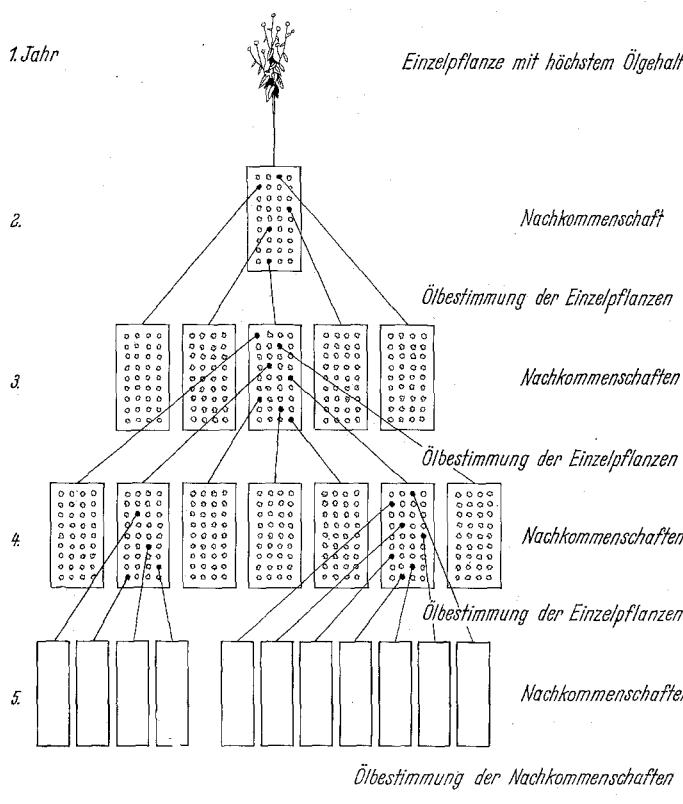
Auf Grund der Auswertung kann gesagt werden, daß Einzelpflanzen mit mittlerem bzw. geringem Ölgehalt ohne wesentlichen Verlust für die Zuchtarbeiten von einer Erbwertprüfung und Beurteilung ausgeschlossen werden können. Es ist jedoch lohnend, den Erbwert von Einzelpflanzen mit hohem Ölgehalt über deren Nachkommen zu ermitteln sowie die unterschiedlichen Beziehungen in den entsprechenden Linien festzustellen. Ferner ist es notwendig, das Merkmal TKM in seinen Beziehungen zu den anderen Ertragsmerkmalen zu beachten, da die TKM am stärksten von allen Ertragsmerkmalen mit dem Ölgehalt korreliert.

Erkenntnisse für die Methodik der Züchtung auf maximalen Ölgehalt

Im Teil I (Züchter 33, S. 224) wurde auf Grund der Variation und Vererbung des Ölgehaltes ein Erhaltungszuchtschema entwickelt, nach dem es möglich ist, den Ölgehalt und Ölertrag in einer Rapssorte bis zu einer gewissen Grenze zu steigern und an dieser Grenze für die bestehende Sorte konstant zu halten. Der bei Raps maximal mögliche Ölgehalt und somit Rohfettertrag ist mit dieser Methode nicht zu erreichen. Auf Grund der dargelegten Ergebnisse ergeben sich vier Möglichkeiten, um das genannte Ziel zu verwirklichen:

1. Die Methode der fortgesetzten Individualauslese (Abb. 3),
2. die Methode der innersortlichen Linienkreuzung (Abb. 4),
3. die Vereinigung beider Methoden zu einer gemeinsamen Methode,
4. Anwendung des Verfahrens 3 in mehreren Sortenpopulationen und abschließende Sortenkreuzung.

Die Methoden 1 bis 3 beschränken sich in ihrer Anwendung auf nur eine Sorte. Dieses hat gewisse Vorteile. Aus den Ergebnissen geht klar hervor, daß sich die einzelnen Linien innerhalb einer bestehenden Sorte nicht nur in ihren mittleren Wertmerkmalen, sondern auch in den korrelativen Bindungen der einzelnen Merkmale signifikant unterscheiden. Die Gesamtheit aller Linien macht erst den Sortenwert aus. Deshalb wird eine Sorte mit hohem Ölgehalt mehr Linien mit sehr hohem und höchstem Ölgehalt aufweisen als eine Sorte mit nur mittlerem Ölgehalt.



Fortsetzung nach Erhaltungszuchschemata

Abb. 3. Wi.-Raps Neuzachtschema. Fortgesetzte Individualauslese.

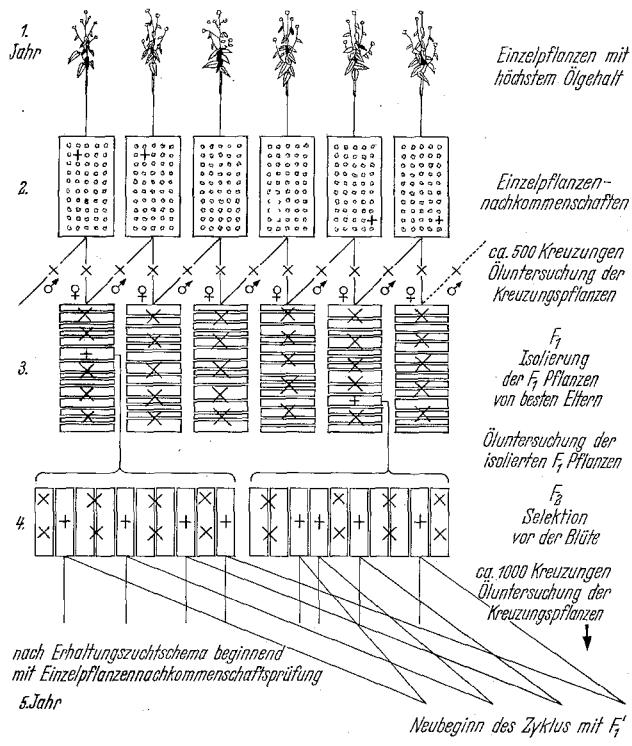


Abb. 4. Wi.-Raps Neuzachtschema. Innersortliche Kreuzung.

Gleichzeitig haben sich die morphologischen und physiologischen Eigenschaften dieser Sorte und auch ihr Ertragspotential bereits bewährt und sind bekannt. Es lässt sich also vor Beginn der Zuchtarbeiten bereits abschätzen, in welcher Sorte mit großer Wahrscheinlichkeit Linien enthalten sind, die dem Zuchziel nahe kommen. Daher ist eine laufende

Überprüfung des vorhandenen Sortiments und die Analyse der Gesamtpopulation jeder Sorte die Grundbedingung für eine erfolgreiche Zuchtarbeit. Dadurch kann sich der Züchter von Anfang an nur auf die mit großer Wahrscheinlichkeit für sein Zuchgebiet aussichtsreichsten Sorten beschränken und unnötige und unwissenschaftliche Fehlarbeit kann vermieden werden. Hierbei ist beim Raps besonders auf die Merkmale Ölgehalt und TKM zu achten, die nach unseren Untersuchungen nicht nur in der Sorte 'Ölquell', sondern auch in den meisten der bisher zweijährig geprüften Sorten negativ korrelieren, allerdings nicht immer signifikant. Gleichzeitig konnte die für den weiteren Zuchtablauf bedeutsame Tatsache registriert werden, daß im Sortiment Sorten vorhanden sind, die eine hohe mittlere TKM und hohen Ölgehalt vereinen (Abb. 5). Nur innerhalb dieser Sorten erscheint die Verwirklichung des Zuchzieles „maximaler Ölgehalt und maximaler Fettertrag“ möglich.

Durch die in Abb. 3 dargestellte Methode der fortgesetzten Individualauslese mit Analyse der Nachkommenschaft in besonders ölfreichen Linien einer Sorte kann der genetisch erreichbare Ölgehalt der einzelnen Linien nach etwa 4 bis 5 Jahren fixiert werden. Es ist jedoch mit dieser Methode kaum möglich, zufällig eine Linie zu finden, in der neben dem Ölgehalt sämtliche ertragsbestimmenden Faktoren ebenfalls positiv zu bewerten sind. Die Wahrscheinlichkeit wäre nach unseren Untersuchungen dann gegeben, wenn als Ausgangsmaterial 500 bis 1000 Einzelpflanzen mit höchstem Ölgehalt zur Verfügung stehen und eine Analyse deren Nachkommen über fortgesetzte Individualauslese erfolgen könnte.

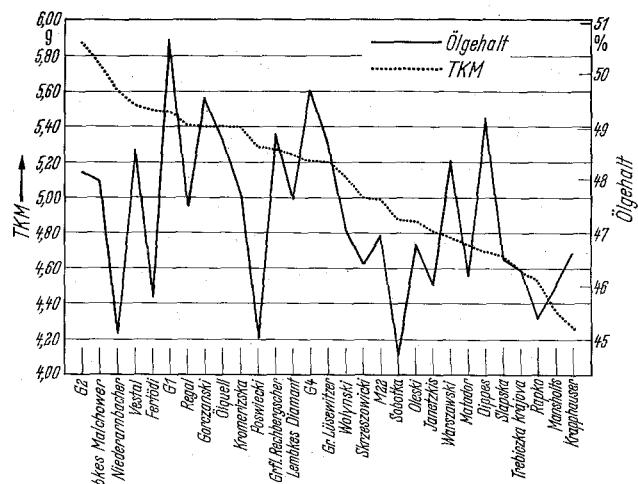


Abb. 5. Mittlerer Ölgehalt und mittlere TKM in einem Winterrapsortiment, Ernte 1962.

Ganz abgesehen davon, daß zur Auffindung dieser Pflanzen eine Untersuchung von etwa 100 000 Einzelpflanzen erforderlich wäre, ist auch die weitere Analyse der Nachkommenschaften aus rein technischen Gründen unmöglich. Die Methode der fortgesetzten Individualauslese kann bestenfalls zu einer maximalen Steigerung des Ölgehaltes führen. Alle weiteren ertragsbestimmenden Faktoren sind bei dieser Methode dem Zufall oder der „glücklichen Hand des Züchters“ überlassen. Deshalb ist diese Methode als alleiniger Weg zur Züchtung eines Winterrapses mit höchstem Fettertrag abzulehnen.

Die zweite aufgezeigte Möglichkeit zur Erreichung des gesteckten Zuchzieles ist die Methode der innersortlichen Linienkreuzung. Im Gegensatz zu LYSSENKO (1936) sagen wir bewußt innersortliche Linienkreuzung und nicht innersortliche Kreuzung, denn die Wirksamkeit dieser Methode beruht auf genetisch unterschiedlichen Linien in einer Sorte. Bei dieser Methode ist es nicht entscheidend, daß überhaupt innerhalb einer Sorte gekreuzt wird, entscheidend ist, welche Linien für die innersortliche Linienkreuzung ausgewählt werden. Die in den einzelnen Linien hinsichtlich der Leistung schwachen Faktoren müssen bei der Kombination verschieden sein, das heißt, es muß genetisch gesehen die Möglichkeit der Überwindung dieser schwachen Faktoren vorhanden sein. Die erfolgreiche Anwendung dieser Methode setzt daher eine umfangreiche Untersuchung des Pflanzenmaterials voraus. In Nachkommenschaften von Einzelpflanzen mit höchstem Ölgehalt wird unter Berücksichtigung der Wertmerkmale dieser Einzelpflanzen gekreuzt. Die Werteigenschaften der Kreuzungspflanzen sind vor der Kombination nicht bekannt, da der Raps sehr stark der Fremdbestäubung zugänglich ist. Deshalb sind große Kreuzungsserien von 500–1000 Kreuzungen erforderlich. Die F_1 wird im Herbst nach der Kreuzung kombinationsweise ausgesät und im Winter werden die Mutterpflanze und die Vaterpflanze auf ihre Wertmerkmale einschließlich Ölgehalt untersucht. Auf Grund der Einzelpflanzen, aus denen die Nachkommenschaften hervorgingen, anhand der Geschwisterpflanzen aus den Linien, denen auch die Kreuzungspflanzen angehören, und aus den Eigenschaften der Kreuzungspflanzen selber läßt sich der genetische Wert der Kreuzungspflanzen abschätzen und damit der Wert der Kombination beurteilen. Vor der Blüte werden alle diejenigen Kombinationen in der F_1 eliminiert, die auf Grund der Leistungseinschätzung der Elternpflanzen keinen besonderen Zuchtfortschritt erwarten lassen. In der F_2 werden dann die Kreuzungen entsprechend der Untersuchung der F_1 -Pflanzen fortgesetzt. Hierbei werden bei der Kombination wiederum die zu erwartenden Merkmalskombinationen beachtet. Da der Ölgehalt der Einzelpflanzen kein sicheres Kriterium für den Ölgehalt der Nachkommenschaft ist und die Variationsbreite der einzelnen Merkmale in den Nachkommenschaften unterschiedlich groß ist, sind die Kombinationen sehr hoher Ölgehalt der Mutterpflanze \times sehr hoher Ölgehalt der Vaterpflanze außerordentlich selten. Es ist jedoch mit dieser Methode weit besser als mit der Methode der fortgesetzten Individualauslese möglich, zu Zuchtsorten mit überdurchschnittlichem Ölgehalt und guter Kombination der ertragsbestimmenden Faktoren zu kommen. Maximaler Ölgehalt und gute Kombination der ertragsbestimmenden Faktoren und damit maximaler Fettertrag ist mit dieser Methode allein ebenfalls nur zufällig zu erreichen.

Durch die Methode der fortgesetzten Individualauslese kann der maximale Ölgehalt erreicht werden, durch die Methode der innersortlichen Linienkreuzung die optimale Kombination der Ertragsfaktoren.

Erst die Vereinigung beider Methoden zu einem gemeinsamen Verfahren gibt die größte Wahrscheinlichkeit zur Erreichung des gestellten Zuchzieles

„höchster Ölgehalt und höchster Fettertrag“. Hierbei muß auf eine genügend breite Ausgangsbasis geachtet werden, um Zuchtmaterial mit den unterschiedlichsten Beziehungen der einzelnen Faktoren zu erfassen. Im ersten Zuchtschnitt der fortgesetzten Individualauslese werden mehrere Linien zum maximalen Ölgehalt geführt und gleichzeitig in diesen Linien die Variation und Korrelation von Ertragsfaktoren durch laufende Untersuchungen ermittelt. Nach Abschluß der Linienauslese, die frühestens nach dreimaliger Selektion mit einer Nachkommenschaftsprüfung abgeschlossen werden kann, setzt die innersortliche Linienkreuzung auf Grund der festgestellten unterschiedlichen genetischen Anlagen der einzelnen Linien ein. Es geht also praktisch eine Selektion und Erbwertschätzung in den einzelnen Linien der innersortlichen Linienkreuzung voraus.

Untersuchungen von STOLLE (1954), OLSSON (1960) und die eigenen Feststellungen an einem umfangreichen Sortiment lassen erkennen, daß sich die einzelnen Sortenpopulationen in ihrem genetischen Milieu hinsichtlich der Variationsbreite und der korrelativen Bindung der einzelnen Ertragsfaktoren unterscheiden. Deshalb sollte das unter 3 dargelegte Verfahren der innersortlichen Linienkreuzung nach fortgesetzter Individualauslese in verschiedenen vorher getesteten Sorten durchgeführt werden. Auf diese Weise kann durch anschließende Kombination des aus verschiedenen Sorten entstandenen Zuchtmaterials mit höchster Leistung auf Grund der unterschiedlichen genetischen Basis ein weiterer Zuchtfortschritt erreicht werden und eventuell eine Heterosissorte mit maximaler Leistung geschaffen werden.

Der bisher geringe Zuchtfortschritt durch Sortenkreuzungen beim Raps beruht nach unserer Meinung darauf, daß dem Züchter bestenfalls die Eigenschaften der zur Kombination verwendeten Sortenpopulationen sowie die Variation der Merkmale in ihrer Gesamtheit bekannt waren. Es waren jedoch in keinem uns bekannten Falle die Variation und die Beziehungen der Merkmale in den einzelnen Linien der zur Züchtung verwendeten Sortenpopulationen bekannt. Es erfolgte auch keine bewußte Selektion der Kreuzungspflanzen mit entsprechender Erbwertbeurteilung derselben. Es wurde nicht genügend berücksichtigt, daß eine Sortenkreuzung bei Raps praktisch eine Kreuzung von zwei mehr oder minder heterozygoten unbekannten Pflanzen darstellt, deren genetischer Wert nur nach Untersuchung der Vorfahrenpflanzen abgeschätzt werden kann und erst nach der Untersuchung der Nachkommen voll erkennbar ist. Deshalb mußte der Ausgang einer Kreuzung ohne Beachtung dieser Grundsätze immer dem Zufall überlassen bleiben, und deshalb ist auch „die glückliche Hand des Züchters“ so außerordentlich selten.

Nicht nur in der Rapszüchtung, sondern in der Zuchtarbeit mit Fremdbestäubern überhaupt lassen sich nach eingehender Erbwertschätzung der Kreuzungseltern und entsprechender Kenntnis des Erbganges der ertragsbestimmenden Faktoren sowie der korrelativen Bindung dieser Merkmale durch zielgerichtete bewußte wissenschaftliche Zuchtarbeit heute noch nicht absehbare größte Zuchtfortschritte

erreichen. Die Maiszüchtung gibt uns hier ein Beispiel. Die vorstehende Arbeit sollte einen Weg für die Rapszüchtung aufzeigen und als Anregung für ähnliche Überlegungen bei anderen Kulturpflanzen dienen.

Zusammenfassung

Aufbauend auf der Erkenntnis, daß durch eine ausschließliche Berücksichtigung des Ölgehaltes in der Rapszüchtung eine Minderung der Ertragsleistung eintreten kann, wurden einzelne Ertragsfaktoren, ihre Variabilität und Vererbung sowie die korrelativen Bindungen dieser Faktoren mit dem Ölgehalt untersucht. Auf Grund der Ergebnisse wurden Zuchtverfahren zur Erreichung des Zuchzieles „höchster Fettertrag“ entwickelt und diskutiert.

1. Die Samengröße ist ein wesentlicher Ertragsfaktor. Sie ist vererbbar, wird jedoch durch Umwelt-einflüsse stark modifiziert. Die genetisch bedingte Samengröße ist nur bei einheitlichem Reifegrad des Pflanzenmaterials erkennbar. Die potentielle Samengröße wird erst in der Vollreife erreicht (Tab. 1 u. 4).

2. Die Variationsbreite der Samengröße ist in den einzelnen Linien einer Sorte geringer als in der Sortenpopulation. Die Linien unterscheiden sich signifikant von der Sortenpopulation (Tab. 2). Die Variationsbreite der Samengröße in einem Sortiment ist etwa gleich groß wie die Variationsbreite der Linien einer Sorte (Tab. 3).

3. Samenertrag und Schotenzahl weisen eine sehr enge korrelative Bindung auf und können gemeinsam beurteilt werden (Tab. 5). Bei normalem Aussaattermin differenzieren sich die Pflanzen stärker in bezug auf diese beiden Merkmale als bei verspäteter Aussaat (Tab. 6).

4. Genetisch bedingte Unterschiede im Samenertrag und in der Schotenzahl sind an Einzelpflanzen nicht erkennbar. Es konnten keine signifikanten Beziehungen zwischen dem Samenertrag der Einzelpflanze und dem Samenertrag der Nachkommenschaften nachgewiesen werden.

5. Die mittlere Schotenzahl am Haupttrieb einer Pflanze ist repräsentativ für die mittlere Schotenzahl aller Schoten einer Pflanze. Die endgültige Schotenzahl ist bereits in der Grünreife erreicht. Signifikante Unterschiede in der Schotenzahl bei verschiedenen Linien einer Sorte konnten nachgewiesen werden (Tab. 7).

6. In den einzelnen Linien einer Sorte waren keine signifikanten Beziehungen zwischen der Schotenzahl und dem Ölgehalt nachgewiesen worden.

länge und dem Ölgehalt oder der TKM nachweisbar (Tab. 8). Die Schotenzahl ist daher kein Vorauslesemerkmal für die Merkmale Ölgehalt und TKM.

7. Eine enge negative Beziehung zwischen dem Ölgehalt und der Samengröße konnte innerhalb der Linien einer Population und auch für die Linienmittel nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurden innerhalb der Linien vorwiegend negative Beziehungen zwischen dem Ölgehalt und den übrigen Ertragsfaktoren festgestellt. Die Linienmittel variierten in bezug auf diese Merkmale jedoch unabhängig voneinander (Tab. 9, Abb. 1 u. 2).

8. Durch die Zusammenstellung der Linienanalysen und durch Sortenanalysen ist eine Einschätzung des züchterischen Wertes der Linien und Sorten möglich (Tab. 10, Abb. 5).

9. Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse werden die sich daraus ergebenden zuchtmethodischen Möglichkeiten diskutiert und ein optimales Neuzuchtschema entwickelt (Abb. 3 u. 4). Auf die allgemeine Bedeutung der gewonnenen Erkenntnisse für die Zuchtarbeit besonders bei Frembestäubern wird hingewiesen.

Literatur

1. ANDERSSON, G., und G. OLSSON: Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Aufl. Bd. V, Cruciferen-Ölpflanzen, S. 1–66. Berlin u. Hamburg: Paul Parey 1958.
- 2. LYSSENKO, T. D.: Agrobiologie. Berlin: Verlag Kultur und Fortschritt, 1951.
- 3. MORICE, J.: La sélection du colza d'hiver basée sur l'étude des composantes du rendement. Ann. Inst. nat. Rech. agron. Paris, Sér. B, **10**, 85–116 (1960).
- 4. 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 (1960).
- 5. RIEMANN, K.-H.: Untersuchungen zur Steigerung des Ölgehaltes beim Raps in ihrer Auswirkung auf erforderliche Züchtungsmaßnahmen. Diss. Univ. Rostock, 1962.
- 6. RIEMANN, K.-H.: Untersuchungen zur Variabilität verschiedener Merkmale beim Raps und ihre Auswirkungen auf züchterische Maßnahmen. I. Mitt. Erkenntnisse zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes und ihre Anwendung in der Erhaltungszüchtung. Züchter **33**, 217–226 (1963).
- 7. RIVES, M.: Études sur la sélection du colza d'hiver. Ann. INRA Serie B, Ann. Amél. Plantes **7**, 61–107 (1957).
- 8. SCHRIMPF, D.: Untersuchungen über den Blüten- und Schotensatz bei Raps, Rübsen und Senf. Z. Acker- u. Pflanzenbau **97**, 305–336 (1954).
- 9. STOLLE, G.: Ein Beitrag zur Ertragszüchtung beim Winterraps. Züchter **24**, 202–215 (1954).
- 10. TROLL, H.-J.: Über Fragen der Züchtung landwirtschaftlich genutzter Cruciferen. Tagungsberichte der DAL zu Berlin, Nr. 32 (1960).
- 11. WIAZIECKA, K.: Einfluß des Reifegrades einiger Winterrapsarten auf ihre biologischen und technischen Eigenschaften (polnisch). Hcd. Roslin Akl. Nas. **5**, 413–470 (1961).

From the Department of Genetics and Plant Breeding, College of Agriculture, Poznań

Potential value of a dwarf mutant in breeding coumarin deficient forms of white sweet clover (*Melilotus albus*)

By J. JARANOWSKI

With 9 Photographs

Introduction

Breeding white sweet clover (*M. albus*) form with a low coumarin content is based on: a) selecting natural mutants with a low coumarin content (BRINK, 1934; DWORAK, 1937; GOPLEN et al., 1956; GOPLEN, 1961; GREENSHIELDS, 1958; STEVENSON et al., 1940;

STUCZYŃSKI et al., 1964; UFER, 1934); b) carrying out interspecific crosses with *M. dentatus* (gene controlling low coumarin present) (SMITH, 1948; BAENZINGER et al., 1958; RUDOLF et al., 1958).

Utilization of natural mutants to obtain low coumarin forms seems the easier way to approach. Trans-