

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Hohenthurm)
(Dir.: Prof. Dr. W. HOFFMANN)

Die generative Entwicklung von Winterweizensorten mit unterschiedlicher Winterfestigkeit bei Frühljahrsaussaat nach Vernalisation mit Temperaturen unter- und oberhalb des Gefrierpunktes

Von H. SCHMALZ

Mit 5 Abbildungen

A. Einleitung

Im Verlaufe der vergangenen vier Jahrzehnte wurde von vielen Autoren die zwischen dem Vernalisationsbedarf der Wintergetreidesorten und ihrer Winterfestigkeit bestehende Beziehung mit unterschiedlichen Schlußfolgerungen untersucht und beschrieben [GASSNER 1918, HAYES und AAMODT 1927, QUISENBERRY 1931, KUCKUCK 1933, 1952, LYSENKO (nach MAXIMOV 1934), KUPERMAN 1935, MAKSIMTSCHUK 1935, SALTYKOVSKIJ und SAPRYGINA 1935, SAPRYGINA 1935, TIMOFEEVA 1935, MÜLLER 1936, PANČENKO 1936, HOFFMANN 1937, 1937a, 1944, 1952, 1957, RUDORF 1938, 1957, QUISENBERRY und BAYLES 1939, VOSS 1939, WASSILJEW 1940, KRASOWSKAJA 1945/46, STRAIB 1946, HÄNSEL 1949, 1953, 1956, CLAVER und SIVORI 1950, DANTUMA 1952a, AUFHAMMER 1953, 1955, FEEKES, DANTUMA und WITTENROOD 1954, VETTEL 1954, WIENHUES 1954, 1956 und SCHMALZ 1957]. Wohl alle Autoren sind sich darüber einig, daß es von dieser erstmalig von GASSNER 1918 ausgesprochenen Regel, nach der mit zunehmender Länge des Vernalisationsbedarfes (Länge der Temperaturphase) die Winterfestigkeit ansteigt, relativ viele Ausnahmen gibt. Es sind sowohl Winterformen mit schwach ausgeprägtem Vernalisationsbedarf und relativ guter Winterfestigkeit [nach DANTUMA (1952a) z. B. die Weizensorten Lin Calel, Austro-Bankut, Mont Calm 577 und Hohenauer Kolben], als auch solche mit stark entwickeltem Vernalisationsbedarf und relativ geringer Winterhärte [nach STRAIB (1946) z. B. die Winterweizensorten Carstens Dickkopf V, Mauerner begr. Dickkopf und Ritzelhofer] vorhanden. Die Möglichkeit einer Ausnutzung dieser Beziehung wird auf Grund dieser Sachlage recht unterschiedlich beurteilt. Während z. B. von STRAIB (1946) und WIENHUES (1954, 1956) eine Beurteilung von Zuchtstämmen nach ihrem Vernalisationsbedarf nicht empfohlen wird, halten andere Autoren, z. B. KUCKUCK (1952), AUFHAMMER (1955), RUDORF (1957) und SCHMALZ (1957) zumindest eine Mitbeachtung dieser Beziehung bei der Winterfestigkeitszüchtung für zweckmäßig, da auf diese Weise Befunde aus anderen Prüfungen eine Ergänzung und Abrundung erfahren und der Züchter über die entwicklungsphysiologische Veranlagung seiner Stämme Auskunft erhält.

Durch SARUBAILO und KISLJUK (1951) wurden in jüngerer Zeit Versuchsergebnisse bekanntgegeben, die die einleitend dargestellte Beziehung unter einem

neuen Gesichtspunkt erscheinen ließen. An zwei winterharten (Hostianum 237 und Lutescens 329) und zwei weniger winterharten Winterweizensorten (Sjomka und Ukrainka) fanden diese Autoren einen Zusammenhang zwischen der Winterfestigkeit und der Tiefe der noch wirksamen Vernalisationstemperatur.

Während nach einer 35tägigen Vernalisation bei 0° C nur die beiden winterweichen Sorten zum Ährenschieben kamen, die beiden winterharten dagegen nicht, kehrte sich diese Relation in den Versuchs-Serien um, in denen an eine 35tägige Vernalisation bei 0° C eine weitere 25tägige Vernalisation mit Temperaturen von -4° C, -6° C oder -8° C angeschlossen wurde. Diese zweite 25tägige Vernalisationsperiode bewirkte bei den winterharten Sorten eine starke Entwicklungsanregung, bei den winterweichen Sorten dagegen blieb sie fast unwirksam (-4° C), bzw. beseitigte sogar einen Teil der durch die Vernalisation bei 0° C induzierten Entwicklungsbereitschaft (Sjomka bei -6° C und Sjomka und Ukrainka bei -8° C), so daß man geneigt ist, eine Devernalisationwirkung anzunehmen. Wenn in der zweiten 25tägigen Vernalisationsperiode Temperaturen von -2° C geboten wurden, dann kamen alle vier Sorten vollständig zum Ährenschieben. SARUBAILO und KISLJUK kommen auf Grund dieser Ergebnisse zu der Schlußfolgerung, „daß die Frostresistenz einer Sorte um so höher liegt, je niedriger die Temperaturen sind, bei denen sie zu jarowisieren vermag“.

WITTENROOD (1953) fand bei der Untersuchung von drei winterharten (Skandia III, Carstens V, Prima) und drei weniger winterharten (Renford, Juliana, Bersée) Winterweizensorten sorten- und gruppentypische Verhaltensweisen, die die von SARUBAILO und KISLJUK gemachten Angaben zu bestätigen schienen. Von LISTOWSKI (1956) wird ebenfalls angegeben, daß die einzelnen Winterweizensorten sich nicht nur in der Dauer ihres Vernalisationsstadiums, sondern auch in der Höhe der Grenztemperatur, bei der eine Vernalisation noch möglich ist, unterscheiden. Dabei soll eine gewisse geographische Abhängigkeit existieren. Die Meinung, daß sich Winter- und Halbwinterformen in der unteren Grenztemperatur, bei der sie noch vernalisiert werden können (-2° C bzw. +3° C) unterscheiden, ist auch von LYSENKO (1951) ausgesprochen worden. Innerhalb jeder Gruppe seien nach diesem Autor darüber hinaus Sortenunterschiede festzustellen.

Daß das Wintergetreide auch noch bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt erfolgreich vernalisiert werden kann, ist, im Gegensatz zu einigen bei MELCHERS und LANG (1948) S. 114 zitierten Angaben, verschiedentlich festgestellt worden. In den Versuchen von TAMM

und PREISLER (1938) konnten Winterroggen, Winterweizen und Wintergerste noch bei einer Temperatur von -2°C erfolgreich vernalisiert werden. KULCHITZKAYA (1945) vermutet, daß Temperaturen von -2°C beim Winterweizen in einem bestimmten Vernalisationsstadium auf die generative Entwicklung stimulierend wirken. RASUMOV, FEOFANOVA und OLEINKOVA (1948) berichten, daß eine 106tägige Vernalisation bei $-3,8^{\circ}\text{C}$ Winterweizen und Winterroggen noch fast vollständig vernalisierte; bei einer Temperatur von $-6,0^{\circ}\text{C}$ kam nur der Winterroggen noch zu einer gewissen Entwicklung. FEOFANOVA (1949) konnte bei einer Temperatur von $-3,8^{\circ}\text{C}$ nur die Winterweizensorte *Lutescens* zum Ährenschieben bringen. Andere Winterweizensorten und Winterroggen schoßten unter diesen Bedingungen nicht. Bei -6°C trat in allen Fällen keine Schoßauslösung ein. Temperaturen von -8°C führten nach einer Vorbehandlung mit Temperaturen von $+2^{\circ}\text{C}$ zu einer Art Devernalisation. Beim Petkuser Winterroggen liegt nach HÄNSEL (1951, 1953a) die untere Grenze einer Vernalisationswirkung zwischen $-4,5$ und $-6,0^{\circ}\text{C}$. LYSSENKO (1951) setzt beim Winterweizen diese untere Grenze bei -2°C an. Die Winterweizensorte *Strubes Frühweizen* konnte von GASSNER (1953) noch bei einer Temperatur von -2°C generativ induziert werden.

SJUJ JUN-TJAN (1957) erhielt bei den Sorten *Lutescens 329* und *Kooperatorka* bei -3°C noch eine Vernalisationswirkung.

Diese Befunde ändern jedoch nichts daran, daß im allgemeinen die optimalen Vernalisationstemperaturen dicht über dem Gefrierpunkt liegen (siehe z. B. Abb. 1 bei HÄNSEL 1953).

Eine auf den Versuchsergebnissen von SARUBALLO und KISLJUK (1951) und von WITTENROOD (1953) aufbauende Prüfmethode würde, falls sich diese Befunde auch an einem größeren Material verifizieren ließen, dem Züchter bei der Selektion winterfester Zuchtstämme wertvolle Anhaltspunkte geben.

In den Jahren 1954 bis 1957 wurden deshalb von uns Versuche mit einem 52 Winterweizensorten umfassenden Sortiment durchgeführt, um die Allgemeingültigkeit dieser Beziehung zu prüfen. Die dabei erhaltenen Versuchsergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit dargelegt.

B. Material und Methoden

In die Untersuchungen wurden 52 Winterweizensorten aus verschiedenen Gebieten (40 davon 4jährig und je vier 3jährig, 2jährig und 1jährig) einbezogen (Sortenzusammenstellung in Tabelle 1 und 2).

Die Auswahl der Sorten erfolgte nach den folgenden Gesichtspunkten:

1. das Sortiment sollte Sorten verschiedener Herkunftsgebiete umfassen,
2. die Sorten sollten möglichst alle vorkommenden Winterfestigkeitsgrade repräsentieren und
3. für das Merkmal Vernalisationsbedarf (ausgedrückt in Tagen, die bei optimalen Vernalisations-Temperaturen von etwa $+1^{\circ}\text{C}$ für eine vollständige Beseitigung der Blühhemmung notwendig sind) möglichst unterschiedlich veranlagt sein.

Sorten mit sehr geringem Vernalisationsbedarf (z. B. *Strubes roter Schlanstedter*) wurden über die obengenannten 52 Sorten hinaus mit untersucht. Die an ihnen gewonnenen Ergebnisse werden aber in diesem Zusammenhang nicht dargestellt, da bei ihnen erwartungsgemäß nur sehr geringe Effekte in Erscheinung traten.

Das Saatgut entstammte dem Sortiment des hiesigen Instituts und wurde jeweils aus der Ernte des vorhergehenden Jahres entnommen.

Der Versuch umfaßte in allen vier Jahren die folgenden vier Vernalisations-Varianten:

- A* = Vorgekeimte, aber unvernalisierte Kontrolle,
B = Vernalisation bei einer Temperatur über dem Gefrierpunkt (etwa $+1^{\circ}\text{C}$),
C = Vernalisation bei einer Temperatur unter dem Gefrierpunkt (etwa -3°C) und
D = Täglicher Wechsel der Varianten *B* und *C*.

Die Vernalisation der Karyopsen erfolgte in Petrischalen (1954 und 1955) bzw. in Kunststoffschachteln (1956 und 1957) nach 24stündiger Vorquellung in Leitungswasser und anschließender Vorkeimung (beides bei Zimmertemperatur). Wir halten in Übereinstimmung mit GASSNER (1953) bei derartigen Versuchen die Anwendung der „Methode der uneingeschränkten Wasserversorgung“ für erforderlich. Es wurden nur deutlich gekeimte Körner den Vernalisationsbehandlungen unterworfen. Durch eine laufende Kontrolle, verbunden mit Umschütteln und sofortiger Entfernung aller Körner mit beginnender Schimmelbildung, wurde das Saatgut gesund erhalten.

Die Aussaat wurde in den einzelnen Jahren, infolge der unterschiedlichen Jahreswitterung, zu verschiedenen Zeiten (9. 4. 1954, 27. 4. 1955, 2. 5. 1956 und 23. 4. 1957) vorgenommen.

Die Vernalisationsdauer betrug, in Abhängigkeit von der Saatzeit, in den Jahren 1954—1957 36, 40, 63 und 46 Tage.

Das Auslegen erfolgte, falls der Boden nicht genügend Feuchtigkeit besaß, in vorher angegossene Reihen. Auf diese Weise wurden Wachstumsstockungen und Vitalitätsstörungen bei den vorgekeimten Körnern vermieden.

Es wurden je Sorte und Versuchsvariante 120 Körner in 4 nebeneinander liegenden (20 cm Reihenabstand) und 150 cm langen Reihen, bei einem Kornabstand in der Reihe von 5 cm, ausgesät.

Der Aufgang der Pflanzen in den Vernalisations-Varianten *A* und *B* erfolgte etwa gleichmäßig schnell. Die Pflanzen der Varianten *C* und *D* liefen demgegenüber im allgemeinen etwas später auf, da bei ihnen das Wachstum durch die eingeschaltete (*D*) oder ständige (*C*) Behandlung mit Minus-Temperaturen stärker sistiert war.

Der Ausfall an Pflanzen war in den verschiedenen Vernalisations-Varianten unterschiedlich groß. In der Variante *A* standen im Mittel der 40 Sorten der Hauptgruppe (Tab. 1) 101 Pflanzen = 84%, in der Variante *B* 75 Pflanzen = 63%, in der Variante *C* 63 Pflanzen = 53% und in der Variante *D* 60 Pflanzen = 50% (bezogen auf die ausgelegte Kornzahl) zur Auswertung zur Verfügung. Sorten- und gruppentypische Unterschiede wurden bei diesen durch Keimschädigungen während der Behandlung bedingten Verlusten nicht beobachtet.

Soweit das Ährenschieben eintrat, wurde der Termin des Ährenschiebens festgehalten. Am Ende der Vegetationszeit wurden darüber hinaus Anfang September (1./2. 9. 1954, 6./7. 9. 1955, 5. 9. 1956 und 4. 9. 1957) alle Einzelpflanzen jeder Sorte und Vernalisations-Variante aufgezogen und auf ihren Entwicklungszustand hin bonitiert. Es wurden dabei die folgenden Entwicklungsstufen unterschieden:

- a) Pflanzen ohne jede erkennbare generative Entwicklung (grasartiges Wachstum, keine Halmstreckung)
Kennziffer 0
- b) Pflanzen mit einem oder mehreren differenzierten Halmen, aber noch ohne Ähren
Kennziffer 1
- c) Pflanzen mit einer oder mehreren geschobenen, aber noch unreifen Ähren
Kennziffer 2
- d) Pflanzen mit teils grünen und teils schon abgereiften Ähren
Kennziffer 3
- e) Pflanzen mit ausschließlich reifen Ähren
Kennziffer 4

Unter Berücksichtigung der Häufigkeit (*f*) der Pflanzen mit den verschiedenen Kennziffern (*KZ*) und der Gesamtanzahl (*n*) wurde eine mittlere Kennziffer errechnet, die wir im folgenden als Entwicklungsziffer (*EZ*) bezeichnen wollen.

$$EZ = \frac{S(f \cdot KZ)}{n}$$

Obwohl die linear abgestuften Kennziffern mit ihren einheitlichen Zahlenabständen zweifellos den wirklichen „biologischen Abständen“ zwischen den fünf Entwick-

lungszuständen nicht vollkommen gerecht werden, dürfte die Verwendung der ermittelten Entwicklungsziffern für Vergleichszwecke ausreichend sein. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden in erster Linie solche Vergleiche gezogen werden. Die Grenzen dieses Verfahrens sollen jedoch bei der Diskussion bestimmter Versuchsergebnisse aufgezeigt werden.

Für die Endauswertung wurden die 52 Winterweizensorten drei Winterfestigkeitsgruppen (winterhart, mäßig winterhart und winterweich) zugeordnet. Diese Einteilung erfolgte unter Verwendung von Versuchsergebnissen, die von AUFHAMMER (1953), HORSER (1954), SCHMALZ (1957), STRAIB (1946) und WIENHUES (1954) publiziert wurden und unter Berücksichtigung weiterer eigener unveröffentlichter Versuchsergebnisse, insbesondere aus den Wintern 1949/50 und 1953/54. Ein Teil der Sorten konnte nur auf Grund der unveröffentlichten eigenen Versuchsergebnisse gruppiert werden, da diese Sorten sonst keine Verwendung gefunden hatten.

Die Gesamtversuchsergebnisse basieren auf der Auswertung von insgesamt 55311 Einzelpflanzen.

C. Versuchsergebnisse

In Tabelle 1 sind die in den einzelnen Vernalisations-Varianten an den durchgängig geprüften 40 Winter-

Tabelle 1. Entwicklungsziffern von 40 Winterweizensorten mit unterschiedlicher Winterfestigkeit in den verschiedenen Vernalisations-Varianten im Mittel der Versuchsjahre 1954 bis 1957.

Winterfestigkeit	Sorten-Nr.	Sortenbezeichnung	Entwicklungsziffer in den Vernalisations-Varianten					Diff. D: $\frac{B+C}{2}$
			A	B	C	D	$\frac{B+C}{2}$	
Winterweiche Sorten	1	Ackermanns Bayernkönig	0,53	3,76	1,62	3,20	2,69	+
	2	Illoskai (Ungarn)	0,27	3,58	0,69	2,47	2,14	+
	3	Hadmerslebener II (Heines II)	0,23	3,57	1,37	2,86	2,47	+
	4	Strubes Früh	0,18	3,57	1,26	2,45	2,42	+
	5	Hohenwettersb. begr. Dickkopf	0,30	3,55	0,43	2,45	1,99	+
	6	Heges Basalt	0,14	3,53	0,92	2,70	2,23	+
	7	Pörnbacher Graf Toerring	0,35	3,53	1,15	2,67	2,34	+
	8	Rimpaus früher Bastard	0,34	3,52	1,16	2,75	2,34	+
	9	Holzapfels Darwin	0,08	3,51	0,71	2,05	2,11	—
	10	Kraffts Siegerländer	0,29	3,50	1,19	1,79	2,35	—
	11	Lang-Doerflers Braunwz. Walthari	0,72	3,45	1,17	2,52	2,31	+
	12	Langs Trubilo	0,32	3,32	1,45	2,65	2,39	+
	13	Draegers Dickkopf III	0,02	3,25	0,01	1,08	1,63	—
	14	Hohenwettersbacher Braun	0,08	3,00	0,57	2,16	1,79	+
	15	Kraffts Dickkopf	0,13	2,95	0,39	1,63	1,67	—
	16	Heines III	0,02	2,21	0,12	0,94	1,17	—
		Gruppenmittel	0,25	3,36	0,89	2,27	2,13	+
Mäßig winterharte Sorten	17	Hadmerslebener IV (Heines IV)	0,46	3,57	1,39	3,10	2,48	+
	18	Janetzkis frühe Kreuzung	0,47	3,56	1,27	2,74	2,42	+
	19	Strubes General von Stocken	0,11	3,51	0,97	2,32	2,24	+
	20	Langensteiner Braun (Rimp. Br.)	0,50	3,40	1,49	2,67	2,45	+
	21	Iduna	0,24	2,90	0,82	2,23	1,86	+
	22	Carstens Dickkopf V	0,00	2,12	0,28	0,75	1,20	—
	23	Svalöfs Kronen	0,00	1,88	0,03	0,33	0,96	—
		Gruppenmittel	0,25	2,99	0,89	2,02	1,94	+
Winterharte Sorten	24	L XVI 1a (mehlig) Landweizen	0,14	3,96	2,00	3,35	2,98	+
	25	Derenburger Silber	0,51	3,69	1,63	2,94	2,66	+
	26	Bastard II (Rimpaus Bastard II)	0,21	3,55	0,83	2,96	2,19	+
	27	Kanred 1177	0,35	3,55	0,94	3,12	2,25	+
	28	Hard Winter	0,44	3,52	0,73	2,59	2,13	+
	29	Sagnitzer	0,20	3,50	0,71	2,38	2,11	+
	30	Turkey	0,06	3,47	0,45	2,09	1,96	+
	31	Svalöfs Panzer III	0,03	3,46	0,79	2,06	2,13	—
	32	Salzmünder Standard	0,23	3,13	0,85	1,91	1,99	—
	33	Litowska	0,00	2,99	0,78	1,37	1,89	—
	34	Dankowska Selekcynja	0,00	2,36	0,24	0,93	1,30	—
	35	Criewener 104	0,00	2,08	0,04	0,79	1,06	—
	36	Wisokolitowka	0,01	2,04	0,29	1,28	1,17	+
	37	Zmudka golka	0,01	1,86	0,17	0,89	1,02	—
	38	Obrazow Tschiflik Nr. 159 (Bulg.)	0,03	1,81	0,50	1,32	1,16	+
	39	Criewener 192	0,00	1,29	0,09	0,31	0,69	—
	40	Landweizen a. Bohuslän (Schwed.)	0,00	0,86	0,00	0,05	0,43	—
		Gruppenmittel	0,13	2,77	0,65	1,78	1,71	+
		Gesamtsortenmittel	0,20	3,05	0,79	2,02	1,92	+

Anmerkung: Innerhalb der Winterfestigkeitsgruppen sind die Sorten nach abfallenden Entwicklungsziffern in der Vernalisations-Variante B geordnet.

Tabelle 2. Entwicklungsziffern von 12 Winterweizensorten mit unterschiedlicher Winterhärte in den verschiedenen Vernalisations-Varianten im Mittel von ein, zwei oder drei Versuchsjahren.

Winterfestigkeit	Sorten-Nr.	Sortenbezeichnung	Versuchsjahre, in denen die Sorte geprüft wurde				Entwicklungsziffer in den Vernalisations-Varianten					Diff. D: $\frac{B+C}{2}$
							A	B	C	D	$\frac{B+C}{2}$	
Winterweiche Sorten	41	Langs Weihenstephaner Tassilo	1954	1955	—	1957	0,12	3,98	0,81	2,40	2,40	+
	42	Ebersbacher Weiß	1954	1955	—	1957	0,08	1,93	0,36	0,54	1,15	—
	43	Sadowka (Bulgarien)	—	—	—	1957	2,43	4,00	2,85	3,64	3,43	+
Mäßig winterharte Sorten	44	Hadmerslebener VIII	—	—	1956	1957	0,00	3,17	0,64	2,51	1,91	+
	45	Heines VII	—	—	1956	1957	0,00	2,95	0,03	1,53	1,49	+
	46	Qualitätsweizen aus Rußland	—	—	—	1957	0,02	4,00	0,76	3,23	2,38	+
Winterharte Sorten	47	Minhardi	1954	1955	1956	—	0,11	3,11	0,64	1,72	1,88	—
	48	Vastemasa	1954	1955	—	1957	0,00	1,01	0,03	0,28	0,52	—
	49	Sandomierka	—	—	1956	1957	0,00	2,71	0,61	1,78	1,66	+
	50	Urtoba	—	1955	—	1957	0,00	1,46	0,02	0,35	0,74	—
	51	Hochland	—	—	—	1957	0,00	4,00	2,14	3,72	3,07	+
52	Landweizen aus Halland (Schweden)	—	—	—	1957	0,07	3,98	3,75	3,97	3,87	+	

Anmerkung zu Tab. 1 und 2: Die in den Tabellen 1 und 2 enthaltenen Entwicklungswerte werden im Text nicht in einzelnen besprochen. Sie dienen lediglich als Unterlage zu den in Abb. 1 bis 5 gegebenen Gegenüberstellungen und Vergleichen. Die Spalte $\frac{B+C}{2}$ enthält die im Mittel der Vernalisations-Varianten B und C erhaltenen EZ-Werte. Da behandlungsmäßig die Variante D dem Mittel aus B und C entspricht, liegt es nahe, die im Mittel der Varianten B und C resultierenden EZ-Werte mit den in der Variante D erhaltenen zu vergleichen. Eine Besprechung erfolgt weiter unten.

skala (EZ = 1 oder 3) traten jedoch schiefe bzw. einseitige Verteilungen in den Vordergrund.

Die Einzelpflanzenstreuung ist, wie aus den obigen Zahlen hervorgeht, bei diesen mittleren EZ-Werten beträchtlich. Sie erklärt sich daraus, daß unter Bedingungen, die die Pflanzen einer Sorte nicht einheitlich zum Schossen kommen lassen, oder unter denen die Pflanzen nicht vollständig unentwickelt bleiben, kleine genotypische Unterschiede für das Merkmal Vernalisationsbedarf, die eventuell innerhalb der Sorten vorhanden sind, sich besonders deutlich bemerkbar machen müssen. Zum anderen kann angenommen werden, daß gerade unter solchen Bedingungen die modifikativ bedingte Streuung besonders groß ist. Siehe in diesem Zusammenhang auch HÄNSEL (1956).

Eine vergleichende Betrachtung der Entwicklungsziffern der einzelnen Sorten in Tabelle 1 zeigt, daß die drei Winterfestigkeitsgruppen in dieser Beziehung unterschiedlich heterogen zusammengesetzt sind. Die durchschnittlichen Abweichungen (e) der Sorten-EZ innerhalb einer Behandlungsvariante vom zugehörigen Gruppenmittelwert sind in Tabelle 3 in Prozent des Gruppenmittelwertes ($e\%$) eingetragen. Weiterhin enthält diese Tabelle die mittleren $e\%$ -Werte ($e\%$) der drei Winterfestigkeitsgruppen über alle vier Behandlungen und die gewogenen mittleren $e\%$ -Werte der vier Behandlungs-Varianten über alle drei Winterfestigkeitsgruppen hinweg.

Die durchschnittliche Abweichung e (WEBER 1956) wurde verwendet, da die Sorten-EZ nicht normal verteilt sind.

Es geht aus diesen Zahlen hervor, daß bei höherer Winterfestigkeit die Sorten für das Merkmal Vernalisationsbedarf zunehmend ungleichmäßiger veranlagt sind. Innerhalb des hier geprüften Sortenmaterials bedeutet das, daß die winterweichen Sorten weitgehend einheitlich einen geringen Vernalisationsbedarf (Ausnahme: insbesondere Heines III) besaßen, die Gruppe der winterharten Sorten dagegen neben Sorten mit hohem Vernalisationsbedarf auch solche mit einem geringeren Vernalisationsbedarf umfaßte. Die mäßig winterharten Sorten nahmen eine Zwischenstellung ein.

Eine Schlußfolgerung auf Grund dieser Versuchsergebnisse könnte folgendermaßen formuliert werden: Eine

Sorte mit geringem Vernalisationsbedarf muß nicht unbedingt winterweich sein, dagegen wird eine Sorte mit hohem Vernalisationsbedarf in den meisten Fällen auch eine höhere Winterfestigkeit besitzen. Die von AUFHAMMER (1953) mitgeteilten Befunde lassen jedoch, unter diesem Gesichtswinkel betrachtet, eine solche Schlußfolgerung nicht zu. Dort kamen die Korrelationsbrecher „winterweich bei hohem Vernalisationsbedarf“ und „winterhart bei geringem Vernalisationsbedarf“ etwa gleich häufig vor.

Die Entwicklungsintensität eines Teiles der ständig geprüften Sorten konnte mit Ergebnissen anderer Autoren, die unter ähnlichen Bedingungen wie in unseren Vernalisations-Varianten A oder B gewonnen worden waren [VOSS 1939 (12 Sorten), STRAIB 1946 (17 Sorten), AUFHAMMER 1953 (20 Sorten), GASSNER 1953 (11 Sorten) und DANTUMA 1952 (9 Sorten)] verglichen werden. Es ergab sich durchweg eine gute Übereinstimmung. Damit ist erneut gezeigt, daß das Vernalisationsverhalten sortentypisch deutlich ausgeprägt ist.

Um die von SARUBAILO und KISLJUK (1951) mitgeteilten Ergebnisse mit den an unserem Material gewonnenen übersichtlich vergleichen zu können, wurden die in Tabelle 1 enthaltenen mittleren Sortengruppen-Entwicklungsziffern in Abhängigkeit von der Vernalisationsform in Abb. 1 graphisch dargestellt.

Tabelle 3. Durchschnittliche Abweichungen (e) der Sorten-Entwicklungsziffern vom jeweiligen Gruppenmittelwert in den einzelnen Vernalisations-Varianten in Prozent ($e\%$) des Gruppenmittelwertes (Einzeldaten aus Tab. 1).

Sortengruppe	Vernalisations-Variante				$\bar{e}\%$
	A	B	C	D	
Winterweiche Sorten	56	8	46	22	33
Mäßig winterharte Sorten	76	20	49	42	47
Winterharte Sorten	108	30	62	48	62
$\bar{e}\%$	82	19	53	37	

Die sich für die drei Winterhärtegruppen ergebenden Kurven verlaufen dabei weitgehend parallel. Dieser Befund zeigt bereits, daß die von SARUBAILO und KISLJUK (1951) aufgestellte Regel (siehe Einleitung S. 193) an unserem Sortenmaterial offenbar nicht bestätigt werden kann. Es wäre dazu notwendig, daß

sich die Kurven der extremen Winterhärtegruppen zwischen den Behandlungs-Varianten B und C überkreuzen. Die winterharten Sorten, die sich im Mittel unter B „schlechter“ als die winterweichen vernalisieren lassen (kleinere EZ), müßten sich, sollte die von SARUBAIO und KISLJUK angegebene Beziehung zu Recht bestehen, unter C „besser“ als die letzteren vernalisieren lassen. Diese Beobachtung konnte jedoch nicht gemacht werden.

Auch in den einzelnen Versuchsjahren (Abb. 2) waren die Gruppenrelationen ganz ähnlich. Der Parallelverlauf der Kurven war in jedem Jahr vorhanden. Die absolute Stärke der generativen Entwicklung war allerdings in den einzelnen Versuchsjahren recht unterschiedlich. Die Erklärung dafür ist in den unterschiedlichen Aussaatterminen (Stärke der natürlichen Vernalisation), den verschiedenen langen Vernalisationszeiten und den spezifischen Behandlungstemperaturen zu suchen. Diese Werte sind in Tabelle 4 verzeichnet.

1954 war die generative Entwicklung in allen Vernalisations-Varianten am stärksten, obwohl die Behandlungsdauer nur 36 Tage betrug. Durch die frühe Aussaat (9. April) kam noch eine deutliche natürliche Vernalisation zur Wirkung. Der Unterschied zwischen den Varianten A und C ist erheblich und zeigt, daß die Temperatur von $-3,1^{\circ}\text{C}$ noch vernalisierend wirksam war.

1955 war infolge der späteren Aussaat (27. April) die natürliche Vernalisation deutlich schwächer als 1954. Ein Teil der geringeren Entwicklung in der Variante B wird auf diese Ursache zurückzuführen sein, ein anderer vielleicht auf die etwas niedrigere Vernalisationstemperatur von $+0,9$ statt $+1,3^{\circ}\text{C}$. Das Versuchsjahr 1955 ist das einzige, in dem keine Wirkung der Vernalisation in der Variante C, eher eine gewisse Hemmung, beobachtet werden konnte. Nur die Sorte Derenburger Silber ließ in der Variante C gegenüber der Variante A eine geringfügige Entwicklungsförderung um $0,27\text{EZ}$ -Einheiten erkennen. Die Ursache für diese fehlende generative Induktion sehen wir in der besonders niedrigen Temperatur von $-3,6^{\circ}\text{C}$ in der Variante C dieses Jahres. Wenn diese Annahme zu Recht besteht, so würde das bedeuten, daß zwischen den Temperaturen $-3,1$ und $-3,6^{\circ}\text{C}$ die untere Grenze der Vernalisationsmöglichkeiten beim Winterweizen liegt. Dieser Befund steht mit den vorstehend zitierten Literaturangaben relativ gut in Einklang.

1956 konnte wegen der späten Aussaat (2. Mai) in ähnlicher Weise wie 1957 (Aussaat 23. April) kaum eine natürliche Vernalisation festgestellt werden. Daß die sehr lange Vernalisationsdauer von 63 Tagen in den Varianten B, C und D nur zu einer relativ schwachen generativen Entwicklung führte, muß wahrscheinlich auf die äußerst nasse Witterung während der Vegetationszeit dieses Jahres zurückgeführt werden. Die Bodenfeuchtigkeit war mehrere Wochen lang extrem hoch. Aus diesem Grunde ist es eventuell zu Wachstumsstockungen gekommen, die sich auch entwicklungsmäßig auswirkten. Auffällig ist an den Ergebnissen dieses Versuchsjahres weiterhin die Tatsache, daß sich die Kurven der Winterhärtegruppen fast vollständig decken. Ob der Grund dafür ebenfalls in der übermäßigen Bodenfeuchtigkeit zu suchen ist, kann nicht entschieden werden.

1957 nahmen die drei Winterhärtegruppen in ihrem generativen Verhalten eine Zwischenstellung zwischen den Jahren 1954 und 1955 ein. Die Kurvenverläufe kommen denen des vierjährigen Mittels (Abb. 1) am nächsten. Die Vernalisation mit einer Temperatur von $-2,5^{\circ}\text{C}$ in der Variante C hatte eine eindeutige Wirkung.

In den Abb. 1 und 2 ist im Vergleich zur Vernalisations-Variante D das Mittel aus den Varianten B und C angegeben. Es liegt bei allen Sortengruppen im vierjährigen Mittel (Abb. 1) und in den Jahren 1954, 1956 und 1957 unter, im Jahre 1955 über der Variante D (Abb. 2). Auf diese Erscheinung wird weiter unten näher eingegangen werden.

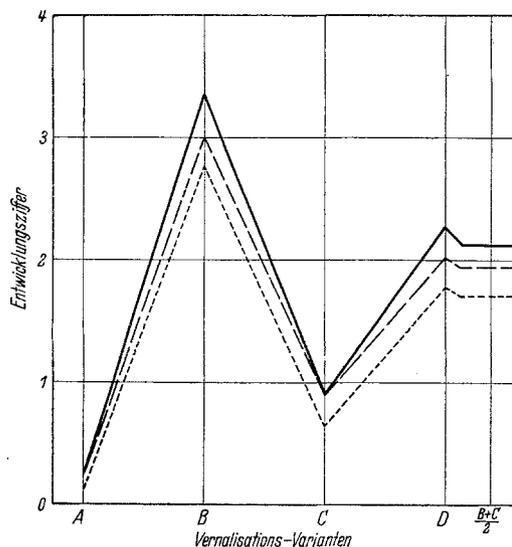


Abb. 1. Die generative Entwicklung von drei verschiedenen winterharten Winterweizensorten in den Vernalisations-Varianten A—D im Mittel der Jahre 1954—1957. — Winterweiche Sorten; — mäßig winterharte Sorten; - - - winterharte Sorten.

Tabelle 4. Vernalisationstemperaturen, Vernalisationsdauer, Aussaattermin und Tag der Auswertung in den Jahren 1954 bis 1957.

	1954	1955	1956	1957
Behandlungstemperatur in der Variante B in Grad Celsius	$+1,3 \pm 0,2^1$	$+0,9 \pm 0,4$	$+1,0 \pm 0,2$	$+0,4 \pm 0,2$
Behandlungstemperatur in der Variante C in Grad Celsius	$-3,1 \pm 0,5$	$-3,6 \pm 0,3$	$-2,4 \pm 0,2$	$-2,5 \pm 0,5$
Vernalisationsdauer (Tage)	36	40	63	46
Aussaat-Termin	9. April	27. April	2. Mai	23. April
Tag der Auswertung	1./2. Sept.	6./7. Sept.	5. Sept.	4. Sept.

¹ durchschnittliche Abweichung (e)

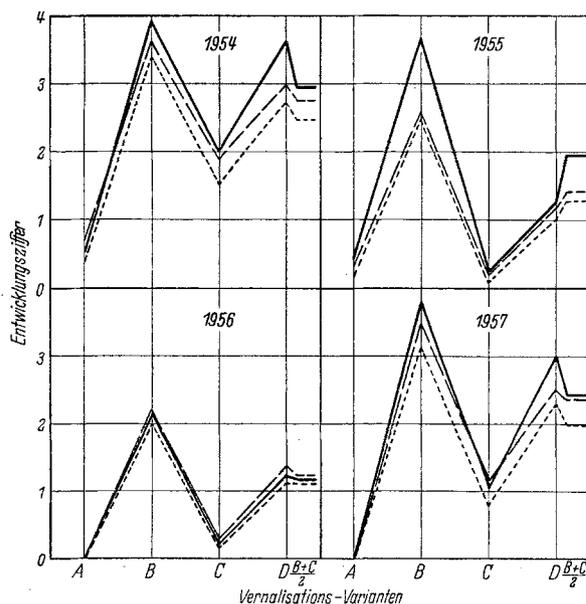
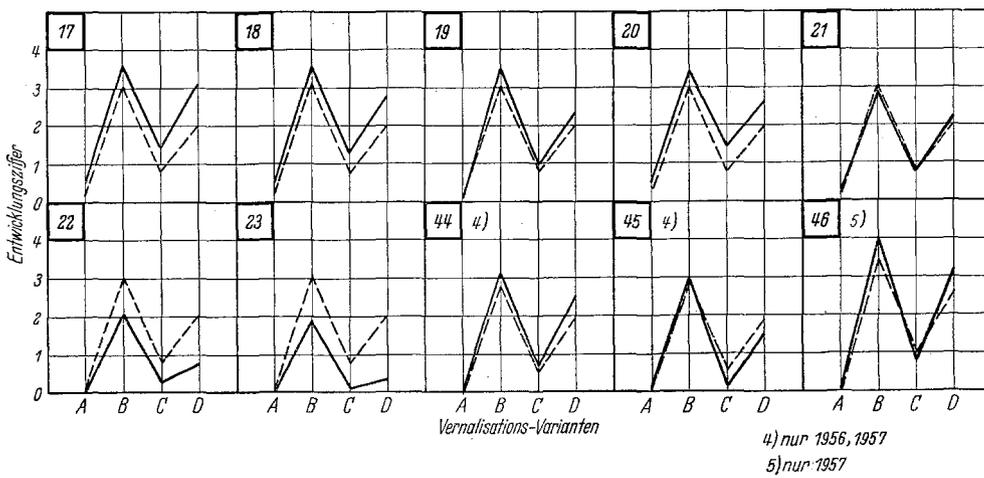
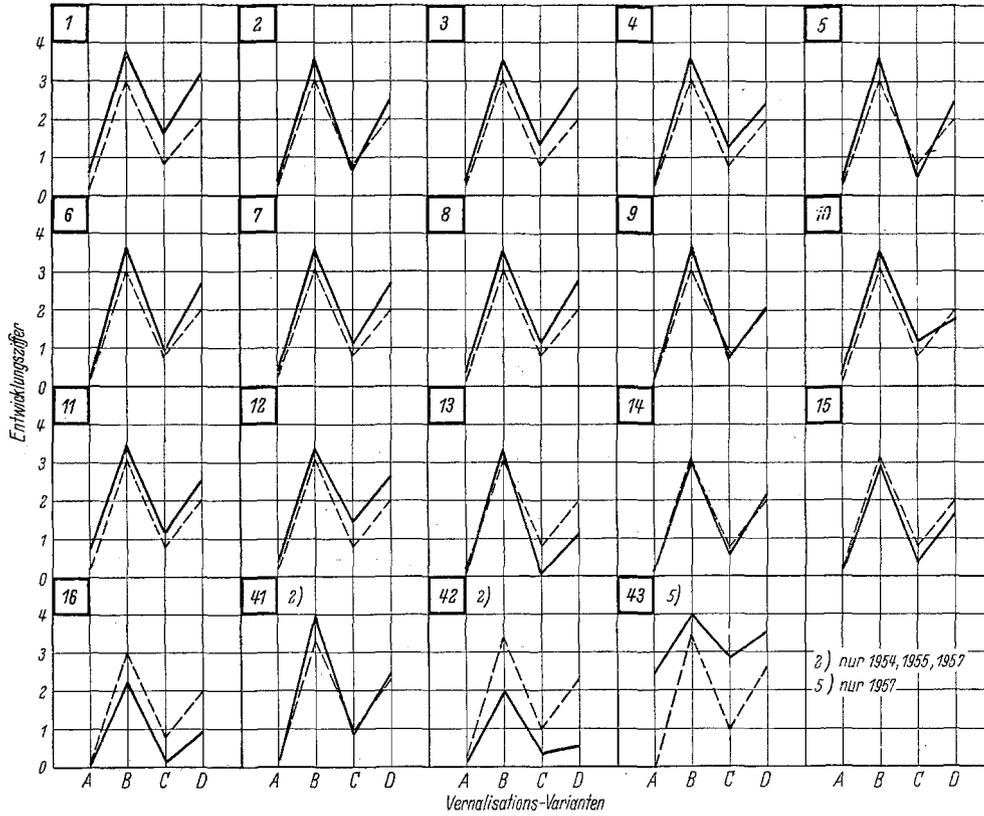


Abb. 2. Die generative Entwicklung von drei verschiedenen winterharten Winterweizensorten in den Vernalisations-Varianten A—D in den Jahren 1954 bis 1957. — Winterweiche Sorten; — mäßig winterharte Sorten; - - - winterharte Sorten.

Auf den Abb. 3a bis 3c sind die Einzelsorten-Entwicklungsziffern der 52 geprüften Sorten nach dem gleichen Prinzip wie in den Abb. 1 und 2 dargestellt. Als Bezugsbasis (gestrichelte Linie) für die Sorten 1—40 (Tab. 1) sind die in dieser Tabelle angegebenen Gesamtortenmittel verwendet worden. Bei den nicht ständig geprüften Sorten 41—52 sind die Gesamt-

geht aus den Abb. 3a bis 3c hervor, daß Kurven-Überschneidungen, die auf ein andersartiges Vernalisationsverhalten einzelner Sorten schließen ließen, nur in einzelnen Fällen vorkommen. In Abb. 3a ist das bei den Sorten 5 (Hohenwetttersbacher begrannter Dickkopf), 13 (Draegers Dickkopf III) und in Abb. 3c bei Sorte 30 (Turkey) der Fall. Andeutungsweise ist



sortenmittel der Jahre 1954, 1955 und 1956 (Sorte 47), oder der Jahre 1954, 1955 und 1957 (Sorte 41, 42 und 48), oder der Jahre 1955 und 1957 (Sorte 50), oder der Jahre 1956 und 1957 (Sorte 44, 45 und 49), bzw. des Jahres 1957 (Sorte 43, 46, 51 und 52) eingezeichnet worden. Die Einzelwerte der Sorten 41 bis 52 sind der Tabelle 2 entnommen.

Das Prüfkriterium im Sinne unserer Fragestellung ist auch hier der parallele Kurvenverlauf, insbesondere zwischen den Vernalisations-Varianten B und C. Es

eine solche Überkreuzung noch bei den Sorten 2 und 41 (Abb. 3a), 45 und 46 (Abb. 3b) und 47 (Abb. 3c) vorhanden. In den einzelnen Versuchsjahren hat jedoch keine dieser acht Sorten diese „Überkreuzung“ regelmäßig gezeigt [eine dieser Sorten (46) wurde allerdings nur einjährig geprüft]. Von den 25 Sorten/Jahres-Kombinationen, in denen diese acht Sorten vorkamen, ergaben nur 13 eine „Überkreuzung“. Wir nehmen deshalb an, daß auch bei diesen acht Sorten, die die von uns geforderte Überkreuzung der Ent-

wicklungskurven zwischen den Varianten *B* und *C* in den Abb. 3a bis 3c mehr oder weniger stark zeigten, dieses abweichende Verhalten nur modifikativ bedingt ist und nicht den Ausdruck eines qualitativ andersartigen Vernalisations-Verhaltens darstellt.

Das Entwicklungsverhalten der 40 ständig geprüften Sorten in den vier Vernalisations-Varianten und die zwischen den Entwicklungswerten dieser Varianten bestehenden Beziehungen sind in der Abb. 4 in sechs Korrelationsdiagrammen dargestellt. Als Ordinatenmerkmal ist jeweils die schwächer entwickelte Variante (Buchstabe vor dem Schrägstrich), als Abszissen-

(*A/C*) erreichten. In der Vernalisations-Variante *C* wurde bei den Sorten eine Entwicklung beobachtet, die in der Variante *B* eine *EZ* von etwa 1,5 und mehr (*C/B*), bzw. in der Variante *D* eine *EZ* von etwa 0,5 und mehr (*C/D*) aufwies. In der Vernalisations-Variante *D* trat praktisch bei allen Sorten eine generative Entwicklung ein. Diese war jedoch schwächer als die in der Variante *B* und mit zunehmender Entwicklung in der Variante *B* wurde ein progressives Ansteigen der *EZ*-Werte in der Variante *D* beobachtet (*D/B*).

Die Erklärung für diese Nichtlinearität, z. B. die der Beziehung *A/B*, sehen wir in folgendem: Sorten, die sich unter *B*-Bedingungen leicht vernalisieren lassen, also unter diesen Bedingungen nur eine relativ geringe Anzahl Induktionstage beanspruchen, können auch unter *C*-Be-

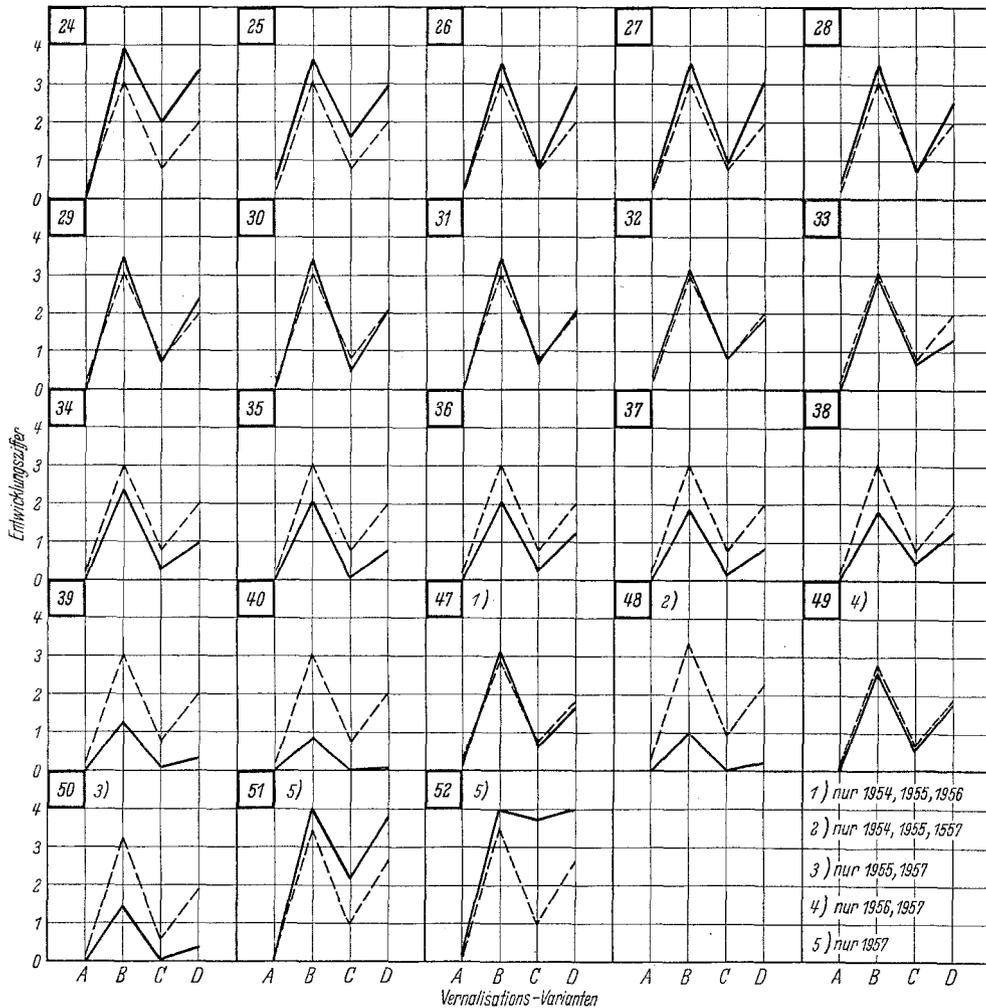


Abb. 3c. Winterharte Sorten; — Einzelorte; - - - Sortenmittel; [24] Sorten-Nr. aus den Tabellen 1 und 2.

Abb. 3a—c. Die generative Entwicklung von 52 verschieden winterharten Winterweizensorten in den Vernalisations-Varianten *A—D* im Mittel der Jahre 1954—1957.

merkmal die stärker entwickelte Variante (Buchstabe hinter dem Schrägstrich) gewählt worden. Keine dieser Beziehungen ist linear. Die Nichtlinearität ist um so stärker, je mehr sich die kombinierten Vernalisations-Varianten entwicklungsmäßig unterscheiden. Durch logarithmische Teilung der Ordinaten werden die Beziehungen *A/C*, *A/D* und *C/B* linear. Werden beide Koordinaten logarithmisch transformiert, dann lassen sich auch die Beziehungen *C/D*, *D/B* und *A/B* (letztere nicht vollständig) in lineare überführen.

Im Durchschnitt der vier Versuchsjahre trat in der Variante *A* nur bei den Sorten eine generative Entwicklung ein, die in der Variante *B* eine *EZ* von etwa 3 und mehr (*A/B*), bzw. bei den Sorten, die in der Variante *D* eine *EZ* von etwa 2 und mehr (*A/D*) oder bei den Sorten, die in der Variante *C* eine *EZ* von etwa 0,5 und mehr

dingungen mit stark reduzierten Vernalisationswirkungen noch einen relativ großen Teil ihres Vernalisationsbedarfes befriedigen. Sorten mit bereits hohen Ansprüchen unter *B*-Bedingungen vermögen demgegenüber unter *C*-Bedingungen ihren Vernalisationsbedarf nur in sehr viel geringerem Maße zu befriedigen, auch wenn die Wirkung eines Vernalisationstages (biöchemisch oder biophysikalisch gesehen) bei ihnen die gleiche wie bei einer Sorte mit einem geringeren Vernalisationsbedarf ist. Da weiterhin anzunehmen ist, daß morphologisch sichtbare Entwicklungsveränderungen erst dann auftreten, wenn ein bestimmter Prozentsatz des sortentypischen Vernalisationsbedarfes befriedigt ist (100prozentige Befriedigung ist wegen der quantitativen Reaktionsweise des Winterweizens nicht notwendig), erklären sich solche nicht-lineare Beziehungen (wie in Abb. 4) zwanglos.

Die Wechsel-Vernalisations-Variante *D* wurde in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, um die

sich unter diesen Bedingungen ergebende Entwicklung mit der unter dem Einfluß der Vernalisations-Varianten *B* und *C* eintretenden Entwicklung vergleichen zu können. Behandlungsmäßig (im Sinne der einwirkenden Temperaturen) nimmt die Variante *D* eine genaue Mittelstelle zwischen den Varianten *B* und *C* ein.

Wert (*B*), „gehemmt“ durch die Art des Bonitierungs-schemas, mit enthalten ist.

Beim Stande unseres bisherigen Wissens ist es aber noch nicht möglich, den biologischen Wert von z. B. „einem Tage früheren Erreichens der Entwicklungsziffer 4“ in ein zahlenmäßiges Bonitursystem, ähnlich dem von uns angewandten, umzusetzen.

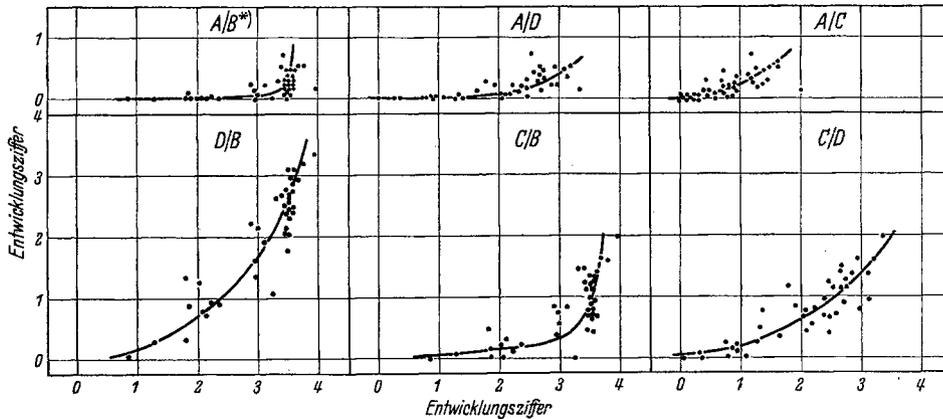


Abb. 4. Gegenüberstellung der generativen Entwicklung von 40 Winterweizensorten in den Vernalisations-Varianten A—D auf sechs Korrelationsstafeln (Einzelwerte: Mittel aus den Jahren 1954—1957).

*) Buchstabe vor dem Schrägstrich: Ordinatenmerkmal; hinter dem Schrägstrich: Abszissenmerkmal.

Man sollte deshalb, falls sich bei einer solchen Wechselbehandlung die Wirkungen der Temperaturen unter und über dem Gefrierpunkt verlustlos und ohne Wechselwirkung addieren, also bei allen Sorten nach Übertragung der Körner aus dem Temperaturbereich unter dem Gefrierpunkt in den Temperaturbereich oberhalb des Gefrierpunktes die stärker vernalisierende Wirkung der Temperaturen über 0° C sofort und gleichmäßig stark einsetzt (und umgekehrt), erwarten, daß die Entwicklung in der Variante *D* dem Mittel der Entwicklung in den Varianten *B* und *C* entspricht. Demgegenüber ist jedoch aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich, daß in den meisten Fällen (außer im Jahre 1955) die Entwicklung in der Variante *D* stärker war, als dem Mittel aus den Varianten *B* und *C* entsprach. Aus Tabelle 1 (äußerste rechte Spalte) geht schließlich noch hervor, daß bei Sorten mit starker Entwicklung in der Variante *B* (geringer zeitlicher Vernalisationsbedarf) regelmäßig ebenfalls die Entwicklung in der Variante *D* stärker als die im Mittel der Varianten *B* und *C* war, daß sich aber mit zunehmend schwächerer Entwicklung in der Variante *B* (stärkerer zeitlicher Vernalisationsbedarf) in der Mehrzahl der Fälle eine Umkehrung dieser Relation einstellte. Aus diesem Verhalten heraus auf ein in dieser Beziehung qualitativ anderes Verhalten der Sorten mit unterschiedlichem Vernalisationsbedarf unter *B*-Bedingungen zu schließen, wäre jedoch verfehlt. Diese Erscheinung kommt vielmehr unseres Erachtens dadurch zustande, daß die Sorten mit starker generativer Entwicklung in der Variante *B* relativ schnell an die *EZ* 4 herankommen, über die hinaus es in unserem Falle keine stärkere zahlenmäßig festgehaltene Entwicklung gibt (es wäre dazu notwendig, den Zeitpunkt der Erreichung der *EZ* 4 mit festzustellen und in das Bewertungsschema einzubauen). Die schwächer entwickelte Variante *D* ist demgegenüber noch nicht an dieser Grenze angelangt, entwickelt sich deshalb (auch zahlenmäßig erfaßt) weiter und kommt auf diese Weise zu einem Entwicklungswert, der das Mittel aus den Varianten *B* und *C* übersteigt, da in diesem Mittel gewissermaßen ein „gehemmter“

Im umgekehrten Falle bleibt bei den Sorten mit einer schwächeren generativen Entwicklung in der Variante *B* die generative Entwicklung in der Variante *C* (s. Abb. 4, Kombination *C/B*) extrem schwach (die Gründe dafür haben wir bereits auf S. 199 erörtert), was sich offenbar auch noch in der Variante *D* (s. Abb. 4, Kombination *D/B*) auswirkt und auf diese Weise zu der Unterlegenheit der Variante *D* gegenüber dem Mittel aus *B* und *C* führt.

Da im Jahre 1956 die

Entwicklung allgemein relativ schwach blieb, findet das in diesem Jahre gegenüber den anderen Jahren (Abb. 2) andersartige Verhältnis $D: \frac{B+C}{2}$ ebenfalls seine

Erklärung. Um diese Erscheinung noch weiter verfolgen zu können, wurden an Hand der Einzeljahresergebnisse aller Sorten (es ergeben sich auf diese Weise 184 Fälle) die Über- bzw. Unterlegenheit der Entwicklung in der Variante *D* gegenüber der Entwicklung im Mittel der Varianten *B* und *C* untersucht. Diese 184 Fälle wurden dabei entsprechend der generativen Entwicklung, die ihre jeweilige Variante *B* zeigte, in fünf Gruppen eingeteilt. In Tabelle 5 sind die dabei erzielten Ergebnisse zusammengestellt worden. Es geht daraus hervor, in Übereinstimmung mit den obigen Ausführungen, in Übereinstimmung mit den obigen Ausführungen, daß bei niedrigen *EZ*-Werten in der Variante *B* die Minus-Differenzen überwiegen, daß jedoch mit zunehmender Entwicklung in der Variante *B* die Plus-Differenzen zunehmen. Diese Tendenz ist sehr hoch signifikant.

Tabelle 5. Entwicklungsunterschiede zwischen der Variante *D* und dem Mittel der Varianten *B* und *C* in Abhängigkeit von der Stärke der generativen Entwicklung in der Variante *B* (Anzahl Fälle mit Plus- und Minus-Differenzen).

Entwicklungsziffer in der Variante <i>B</i>	Vorzeichen der Differenz $D: \frac{B+C}{2}$		Summe
	+	-	
< 2,00	6	29	35
2,00—3,00	21	25	46
3,01—3,75	6	8	14
3,76—3,99	22	10	32
4,00	39	18	57
Summe	94	90	184
	X^2 -Test: $P = < 0,0001$		
	$(X^2 = 28,09, FG = 4)$		

Unserer Hauptproblemstellung (unterschiedliches Reagieren von Winterweizensorten bei Vernalisation mit Temperaturen unter und über dem Gefrierpunkt) wurde unter Verwertung der *EZ*-Werte aus Tabelle 1 noch auf eine andere Weise nachgegangen. Die Einzel-

sorten-*EZ* der Vernalisations-Varianten *A* bis *D* wurden jeweils auf das Gruppenmittel bezogen und in Relativwerten ausgedrückt. Unter der Annahme, daß die Bedingungen in den Varianten *A* und *B* gewissermaßen die „natürlichen“ Vernalisations-Bedingungen repräsentieren, in denen der Varianten *C* und *D* aber zumindest eine „unnatürliche“ Vernalisationskomponente enthalten ist, wurden die Relativwerte der Varianten *A* und *B* einerseits und die der Varianten *C* und *D* andererseits gemittelt und diese mittleren Relativwerte zueinander in Beziehung gesetzt (Abb. 5). Der Weg über die Relativwerte (Rel. W.) wurde gewählt, um die Sortenunterschiede in allen vier Vernalisations-Varianten trotz der unterschiedlichen absoluten Größe der *EZ* gleichstark zur Geltung kommen zu lassen. Die Beziehung $1/2$ (Rel. W. *A* + Rel. W. *B*) : $1/2$ (Rel. W. *C* + Rel. W. *D*) ist weitgehend linear und ergab einen hochsignifikanten Korrelationskoeffizienten

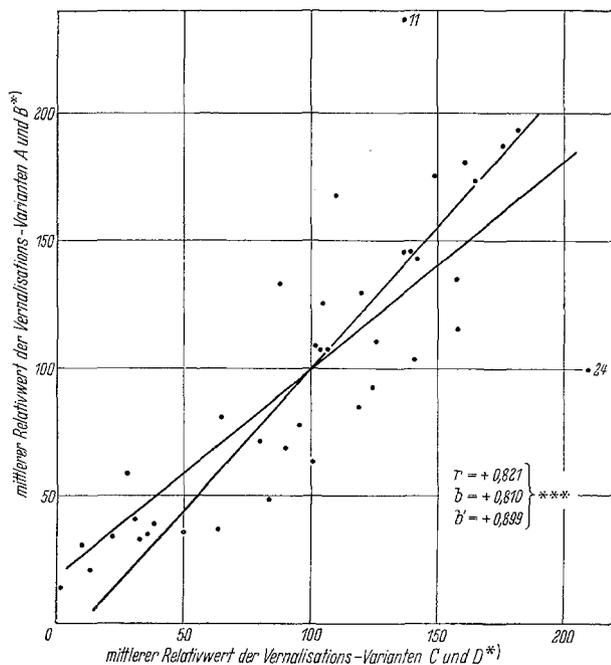


Abb. 5. Gegenüberstellung der generativen Entwicklung in den Vernalisations-Varianten *A* und *B* einerseits und *C* und *D* andererseits. — *) Erklärung im Text; ****) signifikant bei $P = 0,1\%$.

ten ($r = +0,82$), obwohl zwei der 40 Sorten (11 = Walthari und 24 = L XVI 1a) sich abweichend verhielten. Wir können dieser Gegenüberstellung entnehmen, daß die Mehrzahl der geprüften Sorten auf Vernalisations-Temperaturen über und unter dem Gefrierpunkt relativ gleichartig reagierte. Da die beiden abweichenden Sorten nicht mit zwei auf den Abb. 3a bis 3c als abweichend befundenen identisch sind, fällt ihr andersartiges Verhalten nicht weiter ins Gewicht.

D. Diskussion der Ergebnisse

Nachdem festgestellt worden ist, daß die von GASSNER 1918 zuerst aufgestellte Regel, nach der eine korrelative Beziehung zwischen der Länge des Vernalisationsstadiums und der Winterfestigkeit besteht, von relativ vielen Ausnahmen durchbrochen wird, gewannen die Angaben (LYSSENKO 1951, SARUBAILO und KISLJUK 1951 und WITTENROOD 1953), nach denen eine Beziehung zwischen der Tiefe der Temperatur, bei der eine Sorte noch erfolgreich vernalisiert werden kann, und ihrer Winterfestigkeit besteht, an Interesse.

Aus den hier vorgelegten Versuchsergebnissen konnte jedoch kein Hinweis für ein diesbezüglich unterschiedliches Verhalten von Sortengruppen mit unterschiedlicher Winterfestigkeit (Abb. 1 und 2) erhalten werden. Es wurde auch kein eindeutig verschiedenartiges Verhalten einzelner Sorten (Abb. 3a—3c und 5) beobachtet. Das von LISTOWSKI (1956) angegebene unterschiedliche Reagieren von Sorten verschiedener geographischer Herkunft fand damit an unserem Material ebenfalls keine Bestätigung. Es muß vielmehr angenommen werden, daß bei allen Sorten das Vernalisations-Temperatur-Optimum einheitlich dicht oberhalb des Gefrierpunktes liegt. Die Sorten unterscheiden sich jedoch sehr stark in der Behandlungszeit, die notwendig ist, um bei einer bestimmten Vernalisations-Temperatur eine bestimmte Entwicklungsbereitschaft zu induzieren.

Nicht entschieden werden kann dabei, ob die Sorten mit verschiedenen Vernalisations-Ansprüchen einen unterschiedlichen Vernalisations-„Effekt“ bei gleichem notwendigen „Zeit × Effekt-Produkt“ aufweisen, oder ob bei gleichem Vernalisations-„Effekt“ das „Zeit × Effekt-Produkt“ verschieden hoch liegt.

Temperaturen unter 0°C bis etwa -3°C wirken noch vernalisierend, aber wesentlich schwächer als die oberhalb des Gefrierpunktes. Auf Grund der Versuchsergebnisse aus dem Jahre 1955 scheinen Temperaturen unter etwa $-3,5^{\circ}\text{C}$ keine Vernalisationswirkung (eine einzige Ausnahme mit einem sehr schwachen Effekt stellte die Sorte Derenburger Silber dar) mehr zu besitzen. Dieses Ergebnis steht mit den einleitend diskutierten Literaturangaben relativ gut in Einklang. Die Entwicklung der Sorten bei einer Vernalisation mit Temperaturen unter 0°C war ganz ähnlich wie die bei einer Vernalisation mit Temperaturen über 0°C abgestuft, nur war die absolute Entwicklungsstärke erheblich vermindert. Sorten, die sich mit Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes „gut“ vernalisieren lassen, können auch mit Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes relativ „gut“ vernalisiert werden und umgekehrt. Allerdings ist die sich dabei ergebende Beziehung aus den dargelegten Gründen nicht linear.

Alle vernalisationsbedingten Sorten-Unterschiede in der Entwicklungsstärke nach Frühjahrsaussaat betrachten wir deshalb als den alleinigen Ausdruck unterschiedlicher zeitlicher Ansprüche bei einer bestimmten Vernalisationstemperatur, nicht als das Ergebnis verschiedener sortentypischer Temperatur-Optima.

Die oben erwähnte Beziehung „Vernalisationsbedarf/Winterfestigkeit“ (GASSNER 1918 u. v. a., siehe Einleitung) konnte in drei von vier Jahren beobachtet werden (Abb. 1 und 2). Sie äußerte sich in unserem Material in dem tieferen Kurvenverlauf der winterharten Sortengruppe gegenüber dem höheren Kurvenverlauf der winterweichen Sortengruppe, wobei die Gruppe der mäßig winterharten Sorten meist eine Mittelstellung einnahm.

Aus den relativ kleinen Kurvenabständen und der großen Einzelsortenstreuung (Tab. 3) geht aber bereits hervor, was auch von allen früheren Autoren beobachtet wurde, daß diese Beziehung nicht sehr eng ist und es davon relativ viele Ausnahmen gibt. Da es jedoch, wie wir gesehen haben, offenbar keine Sortenunterschiede in der Lage des Vernalisationstemperatur-Optimums gibt (jedenfalls nicht bei den hier untersuchten 52 Sorten), die mit der Winterfestigkeit in

einem kausalen Zusammenhange stehen könnten, bleibt nur die Möglichkeit, will man das Merkmal „Vernalisationsveranlagung“ für eine Selektion auf Winterfestigkeit überhaupt mit heranziehen, die notwendige Vernalisationsdauer bei einer bestimmten Temperatur als Prüfkriterium zu benutzen. Aus den kürzlich von uns (SCHMALZ 1957, S. 174/175) angegebenen Gründen halten wir das letztere für empfehlenswert, wobei man sich allerdings stets der Grenzen dieses Verfahrens bewußt bleiben muß.

E. Zusammenfassung

1. 52 Winterweizensorten wurden in Hohenthurm in den Jahren 1954 bis 1957 (40 davon in allen vier Jahren) nach vier verschiedenen Vernalisations-Behandlungen im Frühjahr im Freiland zur Aussaat gebracht.

2. Die Versuchssorten gehörten drei Winterhärtegruppen „winterweich“, „mäßig winterhart“ und „winterhart“ an. In jeder Winterhärtegruppe befanden sich Sorten mit sehr verschieden stark ausgeprägtem Vernalisations-Bedarf (ausgedrückt in Tagen notwendiger Vernalisationszeit, um bei einer bestimmten Temperatur volle Entwicklungsbereitschaft zu induzieren).

3. Die Versuche umfaßten die folgenden Vernalisations-Varianten: *A* = Unvernalisierte, aber vorgekeimte Kontrolle, *B* = Vernalisation bei Temperaturen über dem Gefrierpunkt (etwa $+1^{\circ}\text{C}$), *C* = Vernalisation bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt (etwa -3°C) und *D* = Täglicher Wechsel der Behandlungen *B* und *C*.

4. Die Vernalisationsdauer betrug 36 (1954), 40 (1955), 63 (1956) und 46 (1957) Tage. Infolge der unterschiedlichen Jahreswitterungen konnte eine einheitliche Behandlungsdauer und gleiche Aussaatzeit nicht eingehalten werden.

5. Die in den verschiedenen Vernalisations-Varianten induzierte generative Entwicklung wurde in Form einer Entwicklungsziffer (*EZ*) ausgedrückt. Dabei wurden alle Pflanzen einer Parzelle Anfang September in fünf Entwicklungsklassen eingeteilt und unter Berücksichtigung der Klassenumfänge ein mittlerer Entwicklungswert = Entwicklungsziffer errechnet.

6. Die Versuchsergebnisse basieren auf der Auswertung von insgesamt 55311 Einzelpflanzen.

7. Es wurde in keinem Falle mit Sicherheit erkannt, daß Sorten unterschiedlicher Winterfestigkeit in den verschiedenen Vernalisations-Varianten, insbesondere in den Varianten *B* und *C*, qualitativ unterschiedlich reagieren. Damit konnte die in letzter Zeit von verschiedenen Autoren geäußerte Auffassung, nach der sich winterfeste Sorten bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt relativ leichter vernalisieren lassen als winterweiche (und umgekehrt), nicht bestätigt werden.

8. Die bekannte Beziehung zwischen der Länge des Vernalisationsstadiums und der Winterfestigkeit wurde wiederum gefunden. Auch in unseren Versuchen wurden dabei relativ viele Ausnahmen von dieser Beziehung festgestellt.

9. Vernalisationstemperaturen unterhalb des Gefrierpunktes induzieren wesentlich schwächer als solche über dem Gefrierpunkt. Die untere Wirksamkeitsgrenze scheint bei etwa $-3,5^{\circ}\text{C}$ zu liegen.

10. Die generative Entwicklung in der Variante *D* (Wechsel von *B* und *C*) lag erwartungsgemäß zwischen der generativen Entwicklung der Varianten *B* und *C*. Bei den Sorten mit niedrigen Entwicklungsziffern in der Variante *B* lag jedoch die Entwicklungsziffer der Variante *D* bevorzugt unter, bei solchen mit hohen Entwicklungsziffern in der Variante *B* überwiegend über der mittleren Entwicklungsziffer aus den Varianten *B* und *C*. Als Erklärung hierfür wird nicht ein unterschiedliches Reagieren der einzelnen Sorten unter wechselnden Vernalisationsbedingungen (Variante *D*) herangezogen, sondern die Ursache wird in dem zur Einschätzung der generativen Entwicklung verwendeten Beurteilungssystem (Boniturschema) und in unabhängig vom Vernalisationsbedarf existierenden grundsätzlichen biologischen Gegebenheiten, die im einzelnen erörtert werden, gesehen.

Literatur

1. AUFHAMMER, G.: Über Winterfestigkeit und Arbeitsverfahren zu ihrer Bestimmung. Landw. Jahrbuch f. Bayern 30, Sonderh. Juni, 28—59. (1953). — 2. AUFHAMMER, G.: Über Methoden zur Bestimmung der Kälteresistenz und Winterfestigkeit. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 34, 85—96. (1955). — 3. CLAVER, F. K. and E. M. SIVORI: Study of the reaction to photoperiod and temperature of 3 wheat varieties. Rev. Fac. Agron. La Plata 27, 129—140 (1950). Zitiert nach HÄNSEL (1953). — 4. DANTUMA, G.: Onderzoek naar de koudebehoefte van verschillende tarwerassen. Stichting COCOBRO, Techn. Ber. Nr. 5, Wageningen, 22—26 und Bijlage I, (1952). — 5. DANTUMA, G.: Over het verband tussen kouderesistentie en koudebehoefte. Stichting COCOBRO, Techn. Ber. Nr. 5, 27—29 (1952a). — 6. FEKES, W., G. DANTUMA und H. G. WITTENROOD: Konferenzunterlagen der COCOBRO-Konferenz über Klimaresistenz bei Getreide am 22. April 1954 in Braunschweig (1954). — 7. FEOFANOVA, N. D.: Sortenunterschiede bei Wintergetreide nach Keimstimmung bei tiefen Temperaturen. Dokl. Akad. Nauk SSSR 68, 181—184 (Russisch) (1949) Ref.: Der Züchter 21, 156 (1951). — 8. GASSNER, G.: Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Ztschr. f. Botanik 10, 417—480 (1918). — 9. GASSNER, G.: Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung unserer Weizensorten. Der Züchter 23, 193—206 (1953). — 10. HÄNSEL, H.: Über die Änderung der „Blühreife“ während eines Winterhalbjahres und die Bestimmung einer „Kältebedarfs-Zahl“ bei fünf Wintergerstensorten. Die Bodenkultur (Wien) 3, 1—41 (1949). — 11. HÄNSEL, H.: Vernalisation bei negativen Temperaturen. Wetter und Leben 3, 44—47 (1951). — 12. HÄNSEL, H.: Vernalisation (Jarovisation, Kältestimmung) Forschungsergebnisse und ihre Verwertung in Pflanzenbau, Samenbau und Pflanzenzüchtung (Übersicht). Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 32, 233—274 (1953). — 13. HÄNSEL, H.: Vernalisation of winter rye by negative temperatures and the influence of vernalisation upon the lamina length of the first and second leaf in winter rye, spring barley, and winter barley. Ann. of Botany, N. S. 17, 417—432 (1953a). — 14. HÄNSEL, H.: Mehrjährige Frühjahrs-Saatzeiten-Versuche mit Winterweizen. Ein Beitrag zur entwicklungsphysiologischen Sortencharakteristik von österreichischen und anderen Winterweizen. Die Bodenkultur (Wien) 8, 182—194 (1956). — 15. HAYES, H. K. and O. S. AAMODT: Inheritance of winter hardiness and growth habit in crosses of Marquis with Minhardi and Minturki wheats. Journ. Agr. Research 35, 223—236 (1927). — 16. HOESER, K.: Über die Prüfung von Winterweizen auf Winterfestigkeit in Auswinterungskästen. Der Züchter 24, 353—357 (1954). — 17. HOFFMANN, W.: Die Winterfestigkeit keimgestimmter Gersten. Der Züchter 9, 281—284 (1937). — 18. HOFFMANN, W.: Physiologische Untersuchungen an Gersten und Betrachtungen über Winterfestigkeit im Hinblick auf die Züchtung winterfester Gerstenformen. Ztschr. f. Züchtung, Reihe A: Pflanzenzüchtung 21, 277—293 (1937a). — 19. HOFFMANN, W.: Die Vererbung

der Winter-Sommer-Form und der Winterfestigkeit der Gerste. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 26, 56—91 (1944). — 20. HOFFMANN, W.: Die Bedeutung der Jarowisation für die Züchtung winterfester Getreidesorten. Die Deutsche Landwirtschaft, Jarowisations-Sonderheft, 8—11 (1952). — 21. HOFFMANN, W.: Kälteresistenz und Kälteresistenzprüfung bei Wintergetreide. Sitzungsber. d. Dt. Akad. d. Landwirtschaftswissenschaften z. Berlin 6, H. 7, 37 S. (1957). — 22. KRASOWSKAJA, I. W.: Die physiologischen Grundlagen der Winterresistenz des Winterweizens unter den Bedingungen des Gorki-Gebietes. Doklady vsesojuznogo sovescanija po fiziologii rastenij, 112—119 (1945/46). — 23. KUCKUCK, H.: Über die Entstehung von Wintergersten aus Kreuzung von Sommergersten und über die Beziehungen der Winterfestigkeit zum Winter-Sommertyp. Ztschr. f. Züchtung, Reihe A: Pflanzenzüchtung 18, 259—290 (1933). — 24. KUCKUCK, H.: Pflanzenzüchtung I., Grundzüge der Pflanzenzüchtung, 3. Aufl., Sammlung Götschen Bd. 1134, Berlin (1952) W. de Gruyter & Co. — 25. KULCHITZKAYA, Z. A.: Development of plants as affected by negative temperatures. C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, N. S. 47, 366—369 (1945). Zitiert nach HÄNSEL (1949). — 26. KUPERMAN, F.: Jarowisazija Nr. 2, 43—76 (1935). Zitiert nach KOSTIUČENKO, I. A., C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, N. S. 18, 589—592 (1938). — 27. LISTOWSKI, A.: Einige Probleme der Entwicklung der Pflanzen in ihrer Beziehung zum Pflanzenbau. Wiss. Ztschr. d. Univ. Leipzig, Math.-naturw. Reihe 5, 241—250 (1956). — 28. LYSSENKO, T. D.: Agrobiologie. 670 S. Berlin 1951: Verlag Kultur und Fortschritt. — 29. MAKSIMTSCHUK, L. P.: Sozialistischeskoje Semledelije Nr. 88 (1935). Zitiert nach KOSTIUČENKO, I. A., C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, N. S. 18, 589—592 (1938). — 30. MAXIMOW, N. A.: The theoretical significance of vernalization. Herbage Public. Series, Bull. Nr. 16, 12 (1934). Zitiert nach Voss (1939). — 31. MELCHERS, G. und A. LANG: Die Physiologie der Blütenbildung. Biol. Zbl. 67, 105—174 (1948). — 32. MÜLLER, K. O.: Zur Kenntnis des Sommer-Wintertypus bei *Triticum vulgare*. Vorläufige Mitteilung. Angew. Botanik 18, 231—239 (1936). — 33. PANČENKO, N. P.: Sb. Soz. rasteniewodstwo, poswjascchtschenij X sesdu WLKSM, 71—94 (1936). Zitiert nach KOSTIUČENKO, I. A., C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, N. S. 18, 589 bis 592 (1938). — 34. QUISENBERRY, K. S.: Inheritance of winter hardiness, growth habit, and stem-rust reaction in crosses between Minhardi winter and H-44 spring wheats. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull. 218, 1—45 (1931). — 35. QUISENBERRY, K. S. and B. B. BAYLES: Growth habit of some winter wheat varieties and its relation to winter-hardiness and earliness. Journ. Amer. Soc. Agron. 31, 785—789 (1939). — 36. RASUMOV, V. I., N. D. FEOFANOVA und T. V. OLEINKOVA: Die Jarowisation von Wintergetreide bei negativen Temperaturen. Doklady Akad. Nauk SSSR 60, 693—695 (1948). (Russisch). — 37. RUDORF, W.: Keimstimmung und Photoperiode in ihrer

Bedeutung für die Kälteresistenz. Der Züchter 10, 238—246 (1938). — 38. RUDORF, W.: Entwicklungsphysiologie und Pflanzenzüchtung. In: Moderne Methoden der Pflanzenzüchtung, Arb. d. DLG 44, 7—21. Frankf. a. Main (1957). — 39. SALTJKOVSKIJ, M. I. and E. S. SAPRYGINA: The frost-resistance of winter cereals at different stages of development. C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS 4 (9), 99—103 (1935). — 40. SAPRYGINA, E. S.: Frost resistance of spring wheats (On the effect of length of the „light“ stage on the hardness of wheats). C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS 3 (8), 325—328 (1935). — 41. SARUBAILO, T. J. und M. M. KISLJUK: Die Jarowisation bei Minustemperaturen als Methode der Erziehung zur Winterfestigkeit. Selekcija i semenowodstwo, No. 8 (1951) Deutsche Übersetzung: Blick in die sowjetische Landw. 1, 96—107 (1952). — 42. SCHMALZ, H.: Untersuchungen über den Einfluß von photoperiodischer Induktion und Vernalisation auf die Winterfestigkeit von Winterweizen. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 38, 147—180 (1957). — 43. SJUJ JUN-TJAN: Jarowisationsbedingungen des Winterweizens und deren Einfluß auf die Nachkommenschaft. Selekcija i semenowodstwo 22, 13—19 (1957) (Russisch). — 44. STRAIB, W.: Beiträge zur Kenntnis der Frosthärte des Weizens. Der Züchter 17/18, 1—12 (1946). — 45. TAMM, E. und R. PREISSLER: Beiträge zur Keimstimmung und photoperiodischen Beeinflussung des Wintergetreides nebst einigen Vorversuchen mit Lein. Ztschr. f. Züchtung, Reihe A: Pflanzenzüchtung 22, 147—180 (1938). — 46. TIMOFEEVA, M. T.: Causes of the winter killing of crops under northern conditions, in connection with dates and methods of sowing, development and hardening of plants. Bull. Appl. Bot., Genetics and Plant-Breeding Ser. III, No. 6, 59—95 (1935) (Russ. m. engl. Summary im Anhang S. 4—7). — 47. VETTEL, F.: Die Ursachen der Auswinterung von Winterweizen 1953/54 und welche Schlüsse wir daraus ziehen müssen. Die Deutsche Landwirtschaft 5, 469—472 (1954). — 48. Voss, J.: Weitere Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung an Weizensorten, insbesondere an Winterweizen. Pflanzenbau 15, 1—35 und 49—79 (1939). — 49. WASSILJEW, I. M.: Über das Jarowisationsstadium. Ber. d. Akad. d. Wiss. d. UdSSR 20, H. 2. (1940). Zitiert nach SKRIPTSCHINSKI, W. W., Naturw. Beiträge H. 7, 684—724 (1957). — 50. WEBER, E. Grundriß der biologischen Statistik. 2. Aufl., Jena 1956 Fischer-Verlag. — 51. WIENHUES, F.: Fortschritte in der Züchtung auf Winterhärte bei Weizen und Gerste. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 33, 437—458 (1954). — 52. WIENHUES, F.: Weizenzüchtung in Europa. Handb. d. Pflanzenzüchtung, herausgeg. v. KAPPERT, H. und W. RUDORF, 2. Aufl., 2, 216—275, Berlin-Hamburg 1956: Parey-Verlag. — 53. WITENROOD, H. G.: Het verloop van de vernalisatie van zes winterarwerassen bij novemberzaai op het veld. Overdruk 163 van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek (C. I. L. O.) 161—170 (1953).

Sortentypische Merkmale an den Blüten von Gemüseerbsen

Von A. ROUX, Rethmar

Mit 10 Textabbildungen

Durch die Arbeiten von FOURMONT (1, 2) ist bekannt, daß an Erbsenblüten morphologische Unterschiede vorhanden sind, die als Sortenmerkmale durchaus geeignet erscheinen. Neben der Blütengröße hat er vor allem die Fahne der Erbsenblüte einer eingehenden Untersuchung unterzogen und hier ist es speziell die Fahnenbasis bzw. der Fahnengrund an dem er ganz sortentypische Unterschiede findet. Daneben sind aber auch an der Kräuselung oder Wellung bzw. Faltung der Fahne und des Fahnenrandes Unterschiede zu beobachten. Gleichzeitig stellte F. Unterschiede durch das Vorhandensein oder Fehlen einer kleinen Spitze in der Kerbe der Fahnenmitte oben (s. Abb. 3), sowie in der Form und Kerbung der Flügel fest

(s. Abb. 5—8). Weitere Unterschiede wurden von ihm an den beiden oberen, aufrecht stehenden und an der Fahne anliegenden Kelchblättern aufgezeigt.

Es lag nahe, auch die z. Z. in der Bundesrepublik im Verkehr befindlichen Erbsensorten (Pal-, Mark- und Zucker-), auf diese von F. an den in Frankreich kultivierten Erbsen gefundenen Blütenmerkmale hin zu untersuchen. Dies ist in den letzten 3 Jahren (1955 bis 1957) im Rahmen der Registerarbeiten des BSA geschehen, und es kann vorgreifend schon gesagt werden, daß sich ein Teil der erwähnten Merkmale als sehr gut brauchbare Sortenunterscheidungsmerkmale erwiesen haben. In die Untersuchungen wurden auch einige ausländische Sorten mit einbezogen.