

DER ZÜCHTER

22. BAND

1952

HEFT 3

(Aus dem Botanischen Institut der Techn. Hochschule Braunschweig.)

Das osmotische Verhalten keimender Weizenkörner*.

Von GUSTAV GASSNER und GÜNTHER BAUMGARTEN.

Mit 14 Textabbildungen.

Ein näherer Einblick in das osmotische Verhalten keimender Weizenkörner erscheint in verschiedener Richtung von Interesse. Nicht nur würden dadurch unsere Kenntnisse der Sortenunterschiede des Weizens in physiologischer Richtung eine ganz wesentliche Erweiterung erfahren; vor allem würde ein auf breiter Basis vorgenommener Vergleich des osmotischen Verhaltens der verschiedenen Weizensorten die Möglichkeit bieten, die grundsätzliche Frage zu beantworten, ob es überhaupt möglich ist, durch Feststellung des osmotischen Wertes keimender Weizenkörner Rückschlüsse auf sortenspezifische Eigenschaften, wie Frosthärte, Dürerreristenz, Keimruhe, Auswuchsneigung u. a., zu ziehen. Gerade was die Frosthärte und die Dürerreristenz anbetrifft, finden wir solche Beziehungen zum osmotischen Verhalten keimender Weizenpflanzen mehrfach angegeben oder doch zum mindesten diskutiert. (BUCHINGER (8), BERKNER und SCHLIMM (6), u. a.).

Methodik und Vorversuche.

Da eine Bestimmung der osmotischen Werte junger Weizenkeimlinge auf mikroskopischem Wege, also durch Grenzplasmolyse, praktisch kaum durchführbar ist, haben EIBL (9), BUCHINGER (7, 8), HUEBER (15), RATHSACK und MEYER (26) u. a. die bei Keimung in Lösungen steigender osmotischer Werte auftretenden Keimhemmungen bzw. Keimunterdrückungen als Maß der osmotischen Kräfte der Samen bzw. der jungen Keimlinge benutzt. Nachdem zunächst EIBL (9) 1926 Sand als Keimbett verwendet hatte, der mit Zuckerlösung getränkt war, hat dann BUCHINGER (7) 1927 einen Keimapparat in Vorschlag gebracht, bei dem die Samen auf Glasstäben liegen, die an der Oberfläche von Zuckerlösungen angeordnet sind. Im Hinblick auf die während der verhältnismäßig langen Versuchsdauer eintretende Versäuerung des Substrats ist von verschiedenen Seiten [PAMMER (24), HUEBER (15), POP (25)] der Zusatz von desinfizierenden und neutralisierenden Stoffen in Vorschlag gebracht, wogegen aber aus naheliegenden Gründen Bedenken erhoben werden müssen. Auf jeden Fall haften den bisher angewandten Verfahren Mängel an, die eine Verbesserung der Versuchsmethodik erforderlich erscheinen lassen [vgl. vor allem auch SCHRATZ (28)].

In unseren eigenen Untersuchungen wurden die Samen nicht wie bei der BUCHINGER-Methode (7) auf Lösungen, sondern in den osmotisch wirksamen Lösungen selbst zur Keimung gebracht. Die angewandte Methode erfordert und gestattet einen täglichen Wechsel der Lösungen, so daß Störungen durch

chemische Umsetzungen während der Versuchsdurchführung innerhalb weiter Grenzen vermieden werden. Da die Ablesungen täglich vorgenommen werden müssen, bedeutet der gleichzeitig erfolgende Wechsel der als Keimmedium benutzten Zuckerslösungen keine Mehrarbeit.

Um eine Keimung in Flüssigkeiten zu ermöglichen, muß die Flüssigkeit mit den in ihr liegenden Weizenkörnern laufend stark von Luft durchströmt werden; unter dieser Bedingung kommt es zu einer völlig normalen Keimung der in der Flüssigkeit befindlichen Körner, die durch den ständig aufsteigenden Strom kleiner Luftbläschen z. T. auch mit emporgerissen werden und sich in ständiger Berührung mit Luft befinden. Zwischen den so gekeimten Körnern und der üblichen Keimung auf feuchtem Filterpapier oder auf Sand liegen bei sonst gleichen Außenbedingungen keinerlei Unterschiede vor. Auch das weitere Wachstum von Wurzeln und Keimblättern zeigt bei submerser Kultur unter der Voraussetzung ausreichender Durchlüftung keinerlei Anomalien.

Als Keimgefäß dienen die in Abb. 1 wiedergegebenen Glasfiltertiegel 1. G 3 der Fa. Schott u. Gen. Ihre Poren gestatten bei einem Überdruck von 8 cm Quecksilbersäule ein gleichmäßiges Aufperlen feinster

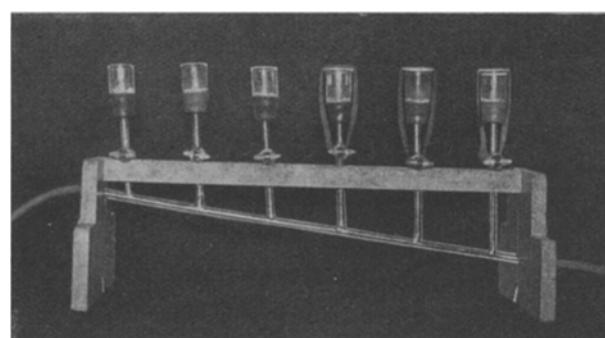


Abb. 1. Anordnung von 6 Glasfiltertiegeln, die mittels durchbohrter Gärkappen den an die Luftzuleitung angeschlossenen Schliffhähnen aufsitzen. Die linken Tiegel noch offen, die rechten mit Uhrgläschen abgedeckt.

Air bubbles. Filter and air pressure must be adjusted to each other; for this purpose the glass stoppers with holes are used, which sit on the glass joints of the filter pots. The filter pots themselves are closed with rubber caps.

Jeder Tiegel wird mit 15 cm³ Wasser bzw. Zuckerslösung beschickt und enthält 50 Samen. Während in den Versuchen von BUCHINGER (7, 8) und anderen Autoren trockene Weizenkörner zur Keimung ausgelegt wurden, sind wir bald dazu übergegangen, ausschließlich *young whole wheat grains* zu verwenden, also Körner, bei denen die Quellung zu

* HANS FITTING zum 75. Geburtstag gewidmet.

Ende geführt ist, der auf Wachstumsvorgänge zurückzuführende eigentliche Keimungsvorgang aber noch nicht eingesetzt hat. Dieser Zeitpunkt wird bei einer Temperatur von 18°C nach etwa 22 Stunden erreicht, wenn die Gewichtszunahme des Körneres $42\text{--}43\%$ des Ausgangsgewichtes erreicht hat. In Abb. 2 sind Quellungs- und Keimungsvorgänge während der ersten 50 Stunden nach Übertragen trockener Weizenkörner

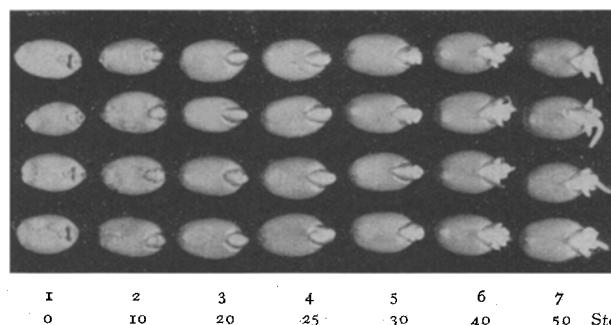


Abb. 2. Quellungs-(1—3) und Keimungsvorgänge (4—7) von Weizenkörnern in den ersten 50 Stunden nach Übertragen in durchlüftetes Wasser von 18°C .

in durchlüftetes Wasser zur Darstellung gekommen. Das trockene Korn vergrößert zunächst sein Volumen (Abb. 2, 1 u. 2), bis nach etwa 20 Stunden der Embryo die Samenschale zu durchreißen beginnt, das Korn also „spitzt“ (Abb. 2, 3). Bis hierher gehen die reinen Quellungsvorgänge. Nach 25 Stunden sind mit dem Hervorschieben der Wurzelscheide die ersten Wachstumsvorgänge festzustellen (Abb. 2, 4 u. 5); nach 40 Stunden (Abb. 2, 6) beginnt die Radicula die Coleorrhiza zu durchbrechen. Nach 50 Stunden (Abb. 2, 7) sind die Wurzeln schon deutlich weiter entwickelt, während sich die wachsende Koleoptile von der Samenschale befreit.

Der Grund für die Verwendung vorgequollener Weizenkörner liegt in den folgenden Erkenntnissen. In Tabelle 1 und in den Abb. 3 und 4 ist eine Versuchsreihe wiedergegeben, in welcher die Körner von 10 verschiedenen Weizensorten teils trocken, teils nach 22stündiger Vorquellung in 0,8 molare Zuckerlösung übertragen und hier auf ihr Keimverhalten geprüft wurden. Als Maß der Keimung sind einerseits die Keimprozente, andererseits die durchschnittliche Keimdauer benutzt. Diese stellt die durch die Gesamtkeimprozente dividierte Summe der Produkte von täglich abgelesenen Keimprozenten und dem jeweiligen Keimungstag dar [vgl. GASSNER (11)]. Die vorgequollenen Samen geben wesentlich höhere Keimungen und vor allem deutlichere Ausschläge als die trocken in die Zuckerlösung eingebrochenen, die zum Teil gar nicht mehr zur Keimung kommen. Es gilt das vor allem für Sorten mit

tiefen osmotischen Grenzwerten, während solche mit hohen Werten nur eine, allerdings ebenfalls sehr störende Depression des Keimvermögens trocken eingebrochter Körner aufweisen. Der Verlauf der in Abb. 4 dargestellten Kurven der durchschnittlichen Keimdauer deutet darauf hin, daß es sich um Störungen handelt, die auf einer Beeinflussung der Quellungsvorgänge durch osmotisch wirksame Lösungen beruhen. Alle weiteren, hier nicht im einzelnen mitgeteilten Versuche lassen ebenfalls keinen Zweifel, daß die Verwendung von Samen, die in Wasser vorgequollen, aber noch nicht angekeimt sind, gegenüber trockenen Samen wesentliche Vorteile bietet, so daß alle weiteren Versuche nur entsprechend vorgequollenen Samen durchgeführt sind.

Im übrigen stellt die Verwendung solcher Samen noch insoweit einen Fortschritt dar, als nunmehr die Möglichkeit besteht, nicht keimfähige Körner rechtzeitig, also vor dem Übertragen in die osmotisch wirksamen Lösungen, auszuschalten. Es werden daher nunmehr stets nur gesunde, vollkeimfähige Körner übertragen, so daß in den erforderlichen Wasserkontrollen immer 100%ige Keimungen vorliegen, was für die Berechnung und Auswertung der Ergebnisse eine große Vereinfachung bedeutet.

Zu den Ablesungen werden die Körner aus den Tiegeln in Petrischalen ausgeschüttet, genau durchgesieht, die gekeimten Körner entfernt, die nicht gekeimten in die Tiegel zurückgegeben und mit neuer Zuckerlösung versehen. Als gekeimt werden die-

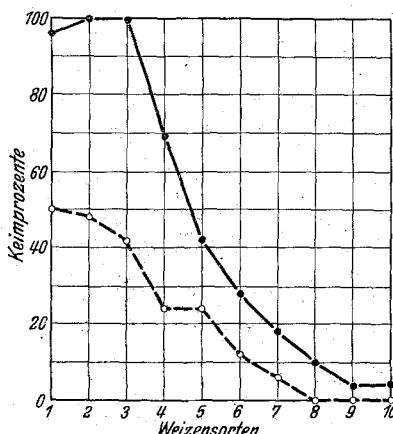


Abb. 3. Keimprozente von 10 verschiedenen Weizensorten (siehe Tab. 1)
in 0,8 molarer Zuckerlösung.
volle Linie = vorgequollene Körner
gestrichelte Linie = trocken eingebrochene Körner.

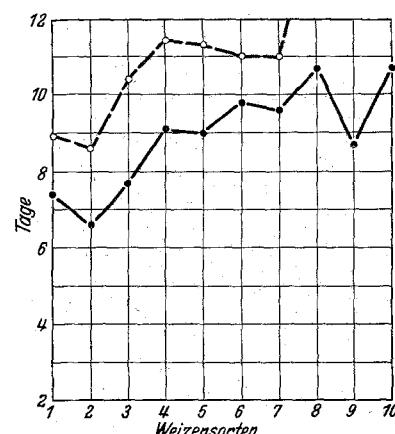


Abb. 4. Durchschnittliche Keimdauer von 10 verschiedenen Weizensorten (siehe Tab. 1)
in 0,8 molarer Zuckerlösung.
volle Linie = vorgequollene Körner
gestrichelte Linie = trocken eingebrochene Körner.

Tabelle 1. Einfluß einer 22-stündigen Vorquellung bei 18°C (in Wasser) auf Keimprozente und durchschnittliche Keimdauer von 10 Weizensorten in 0,8 molaren Zuckerlösungen.

Nr.	Sorte	Ohne Vorquellung		Mit Vorquellung	
		Keimprozente	Keimdauer Tage	Keimprozente	Keimdauer Tage
1	Bl. Winterkolben Dink.	50	8,9	96	7,4
2	Rekord Nr. 5	48	8,6	100	6,6
3	Martin C. J. 4463	42	10,4	100	7,7
4	Vilmorin Blé de paix	24	11,4	69	9,1
5	Svalöfs Kronen	24	11,3	42	9,0
6	Strubes r. Schlanstedter	12	11,0	28	9,8
7	Bielers Edelepp	6	11,0	18	9,6
8	Minhardi C. J. 5149	0	∞	10	10,7
9	Hard Winter	0	∞	4	8,7
10	Bergers h. Dickkopf	0	∞	4	10,7

jenigen Körner gerechnet, bei denen nach Anschwellen der Wurzelscheide die Hauptwurzel mit bloßem Auge deutlich sichtbar zu erkennen ist. Die Unterschiede sind stets eindeutig. In Abb. 5 sind Körner einer Weizensorte mit hohem osmotischem Wert (Rekord Nr. 5) und eine Sorte mit geringerem osmotischem

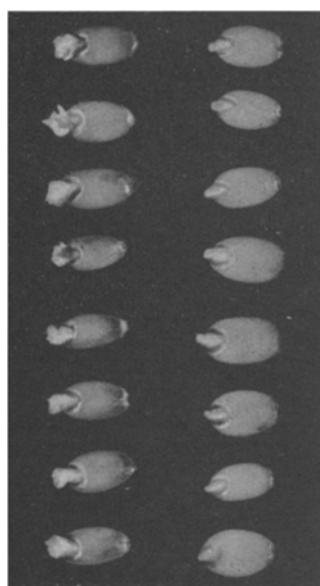


Abb. 5. Keimverhalten von 2 osmotisch unterschiedlichen Weizensorten 8 Tage nach Übertragen der vorgequollenen Körner in 0,8 mol. Zuckerlösung (Temperatur 18°C).

links: „Rekord Nr. 5“.
rechts: „Bieler Edelepp“.

gekeimten Körner am Ende des Versuches auf Lebensfähigkeit geprüft, wobei nach Übertragung in Wasser stets volle Keimung beobachtet werden konnte.

Wert (Bieler Edelepp) nach 8-tägigem Aufenthalt in 0,8 molarer Zuckerlösung wiedergegeben; die erstgenannte zeigt ein deutliches Einsetzen der Keimung, die zweite ist im Stadium der Quellung steckengeblieben und bleibt dies auch für die nächsten Wochen. Betont sei, daß auch ein langer Aufenthalt in hypertönischen Lösungen die Körner nicht abtötet, sondern nur hemmt. Nach Übertragen in Wasser setzt sofort die normale Keimung in vollem Umfang ein. Bei den später wiedergegebenen großen Versuchsreihen wurden bei sämtlichen Sorten die in den starken Zuckerlösungen nicht

für sich die Quotienten $\frac{\text{Keimprozente}}{\text{durchschn. Keimzeit}}$ berechnet, der sich für die Wasserkontrolle ergebende Quotient = 100 gesetzt (Wertungszahl 100) und die für die Versuchsreihen erhaltenen entsprechenden Quotienten auf diese bezogen.

In dem in Tabelle 2 wiedergegebenen Beispiel erhält also der Quotient der Wasserkontrolle mit 100 die Wertungszahl 100, während die Wertungszahlen der mit Zuckerlösung durchgeföhrten Versuche entspre-

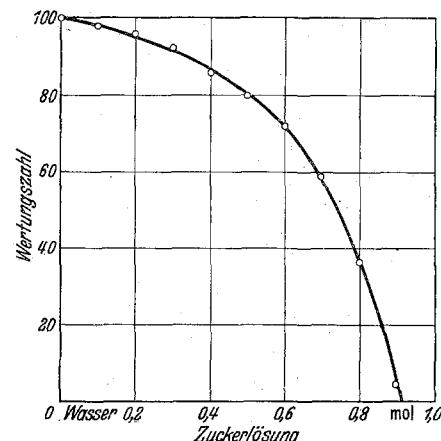


Abb. 6. Wertungszahlen von „Rimpaus frühem Bastard“ der Ernte 1948 in Abhängigkeit von der Molarkonzentration der verwendeten Zuckerlösungen.

chend abfallen, weil der Quotient $\frac{\text{Keimprozente}}{\text{durchschn. Keimzeit}}$ mit zunehmender Keimzeit und abnehmenden Keimprozenten immer kleiner wird.

In graphischer Darstellung (Abb. 6) ergibt sich eine für die betr. Weizensorte charakteristische Kurve, die den osmotischen Grenzwert, d. h. diejenige Molar-

Tabelle 2. Keimprozente, durchschnittliche Keimzeit und daraus errechnete Wertungszahlen von „Rimpaus frühem Bastard“ in Abhängigkeit von der Molarkonzentration der verwendeten Zuckerlösungen.

	Wasser- kontrolle	Molare Zuckerkonzentration									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Keimprozente	100	100	100	100	100	100	100	84	12	0	
Keimzeit, Tage	3,94	4,0	4,1	4,3	4,6	4,9	5,5	6,7	8,7	9,7	∞
Wertungszahl	100	98	96	92	86	80	72	59	37	5	0

Berechnung und Darstellung der Versuchsergebnisse.

Wie schon ausgeführt, macht sich der hemmende Einfluß osmotisch wirksamer Lösungen zunächst in Verzögerungen der Keimungsvorgänge, also in einer Heraufsetzung der durchschnittlichen Keimzeit, dann aber auch in einer, bis zur völligen Unterdrückung der Keimung führenden Abnahme der Keimprozente bemerkbar. Um die Beziehungen zwischen osmotischen Wirkungen und Keimverhalten klar erkennen zu können, müssen beide Wirkungsweisen, also sowohl die Beeinflussung der durchschnittlichen Keimzeit wie die Herabsetzung der Keimprozente, in geeigneter Weise zahlenmäßig zusammengefaßt und in einer Zahl zum Ausdruck gebracht werden. Diese Forderung ist in der seinerzeit von GASSNER (11) eingeführten „Wertungszahl“ erfüllt. Um diese zu finden, werden für Wasserkontrolle und jede Versuchsreihe

konzentration, oberhalb derer keine Keimungen mehr eintreten, scharf zu erfassen gestattet; auf Grund des in Abb. 6 dargestellten Kurvenlaufes kann dieser für „Rimpaus frühen Bastard“ der Ernte 1948 mit 0,91 mol angenommen werden.

Untersuchungen an Sommer- und Winterweizensorten der Ernte 1948.

Die auf ihr osmotisches Verhalten geprüften Samen der verschiedenen Weizensorten stammen übereinstimmend vom Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig-Gliesmarode, sind also unter gleichen Klima-, Boden- und Düngungsverhältnissen herangewachsen. In Tabelle 3 sind zunächst die mit 20 Sommerweizensorten erhaltenen Versuchsergebnisse zusammengestellt; die Einordnung der Sorten ist dabei nach der Höhe der festgestellten osmotischen Grenzwerte erfolgt. Diese Grenzwerte, also die Molar-

Tabelle 3. Keimprozente, Keimdauer und Wertungszahlen in Wasser und in 0,2 bis 0,9 molaren Zuckerslösungen sowie graphisch abgeleitete osmotische Grenzwerte von 20 Sommerweizensorten der Ernte 1948.

Nr.	Sorte	Wasser			0,2 mol			0,4 mol			0,6 mol			0,8 mol			0,9 mol			Osmotischer Grenzwert in mol
		Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	
1	Keflers beg. Bordeaux	3,6	3,7	98	100	3,9	92	95	4,2	82	87	4,5	70	76	5,3	52	34	7,2	17	0,93 (0,930)
2	So.-Wz. aus Angermünde	3,1	3,2	97	100	3,5	87	100	4,3	72	98	5,1	60	89	6,3	44	38	9,0	13	0,92 (0,926)
3	Persischer Schwarz	3,0	3,1	97	99	3,3	90	91	3,7	70	80	4,6	52	59	5,5	32	13	6,5	6,5	0,92 (0,915)
4	Lohmanns Galiz. Kolben	3,2	3,3	97	100	3,7	87	92	4,9	60	75	5,6	43	44	6,4	22	0	8,0	0	0,90 (0,895)
5	P. S. G. Sommerweizen	3,7	3,8	97	100	4,1	90	86	5,0	64	69	5,7	45	44	6,7	24	0	8,0	0	0,89 (0,887)
6	Esterhaza	3,0	3,2	94	100	3,7	82	95	5,0	57	77	5,8	40	36	7,2	15	0	8,0	0	0,84 (0,842)
7	Brenstedts Teutonen	3,7	3,8	97	100	4,3	86	86	5,6	57	68	6,7	38	29	8,2	13	0	8,0	0	0,84 (0,838)
8	Heines Kolben	3,7	3,8	97	100	4,0	93	99	4,6	80	92	5,5	62	40	8,3	18	0	8,0	0	0,82 (0,821)
9	Persisch. unbegr. Weiß	3,0	3,4	88	100	4,1	68	77	5,5	42	58	7,0	25	9	9,0	3	0	0	0	0,81 (0,810)
10	Jaims Sommerweizen	3,8	4,0	94	100	4,5	84	88	5,5	61	63	6,3	38	6	8,0	3	0	0	0	0,81 (0,807)
11	Galizischer Kolben	3,0	3,2	94	100	3,9	77	87	5,6	47	60	6,9	26	3	9,0	1	0	0	0	0,80 (0,803)
12	Sizilianischer	3,0	3,3	91	96	4,0	72	65	5,4	36	25	7,4	10	0	8,0	0	0	0	0	0,73 (0,731)
13	Santa Fé Jabo	3,2	3,5	91	92	4,1	72	54	5,2	33	14	6,4	7	0	8,0	0	0	0	0	0,72 (0,723)
14	Janetzkis Jabo	4,1	4,2	97	92	5,3	71	57	7,8	30	9	9,6	4	0	8,0	0	0	0	0	0,71 (0,713)
15	Mettes rot. Bordeaux	3,1	3,3	95	100	4,1	76	55	5,5	31	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,69 (0,685)
16	Janetzkis früh. So.-Wz.	3,8	3,9	98	100	4,4	86	63	6,3	38	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,67 (0,671)
17	Ehrenberger weißähriger	3,4	4,0	84	83	5,0	57	16	6,2	9	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,63 (0,632)
18	Hohenheimer 25 f.	4,0	4,1	98	100	5,0	80	21	7,6	11	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,64 (0,644)
19	Heines Japhet	3,9	4,2	93	98	5,1	77	17	6,7	10	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,69 (0,690)
20	Rimpaus roter	4,0	4,1	98	100	5,0	80	17	7,0	5	0	8,0	0	0	8,0	0	0	0	0	0,61 (0,619)

konzentration, bei welcher die Keimung gerade völlig unterdrückt wird, schwanken bei Sommerweizensorten zwischen 0,61 und 0,93 mol. Wir haben also neben Sorten, deren Keimung schon bei verhältnismäßig geringen Konzentrationen zum Stillstand kommt, auch solche, deren Keimung erst durch hohe osmotische Lösungen unterdrückt wird. Zu der ersten Gruppe gehören u. a. „Hohenheimer 25 f.“, „Heines Japhet“ und „Rimpaus roter Sommerweizen“, zu der Gruppe mit extrem hohen osmotischen Werten „Keflers begrannter Bordeaux“ und „Sommerweizen aus Angermünde“. Diese Extreme sind durch Übergänge miteinander verbunden; insgesamt lassen sich 4 Gruppen unterscheiden: Sorten 1—5 mit osmotischen Grenzwerten über 0,85 mol, Sorten 6—11 mit 0,8—0,84 mol, Sorten 12—14 mit 0,7—0,8 mol und Sorten 15—20 mit osmotischen Grenzwerten unter 0,7 mol.

Auf Grund der in Tabelle 3 enthaltenen Werte sind in Abb. 7 die charakteristischen Kurven der Wertungszahlen für die untersuchten 20 Sommerweizen zur Darstellung gekommen. Um die Übersicht zu erleichtern, sind die Sorten, wie schon ausgeführt, in 4 Gruppen geteilt, und die Kurven der einzelnen Gruppen durch verschiedene Strichelung gekennzeichnet. Außerdem sind die Abszissenabstände nicht gleich gewählt, sondern mit steigenden Konzentrationen leicht gespreizt angenommen, also auseinandergezogen, um die Kurven an ihren Enden genügend stark zu trennen. Dies ist vor allem deshalb zweckmäßig, weil das Kurvenende der Ermittlung des osmotischen Grenzwertes der betreffenden Sorte dient; der Schnittpunkt der Kurve mit der Abszissenachse ergibt die in der letzten Spalte von Tabelle 3 als „osmotischen Grenzwert“ angegebene Zahl.

Tabelle 4 enthält die entsprechenden Werte für 23 Winterweizensorten. Auch hier ist die Einordnung der Sorten nach der Höhe der osmotischen Grenzwerte erfolgt, wobei sich allerdings ergibt, daß wir die bei Sommerweizen mögliche Einteilung in 4 Gruppen hier nicht in gleicher Weise durchführen können, denn abgesehen von einer Sorte (23, Strengs Dickkopf) liegen alle osmotischen Grenzwerte bei 0,8 mol und mehr, und solchen mit Grenzwerten von 0,8—0,84 mol unterscheiden. In die erste Gruppe fallen die Sorten 1—9, in die zweite die Sorten 10—22. Während bei Sommerweizen fast die Hälfte aller geprüften Sorten in die dritte und vierte Gruppe (Grenzwerte von 0,6—0,8 mol) eingeordnet werden mußten, zeigt von den Winterweizen nur eine einzige Sorte (23, Strengs Dickkopf) mit

0,77 mol einen Grenzwert unter 0,8 mol. — Winterweizen mit Grenzwerten unter 0,7 mol fehlen vollständig.

Besonders deutlich ergeben sich die Unterschiede des osmotischen Verhaltens von Sommer- und Winterweizensorten bei einem Vergleich der in der graphischen Darstellung Abb. 8 wiedergegebenen Winterweizenkurven mit der früheren Abb. 7 der Sommerweizenkurven. An Stelle der starken Streuung der für Sommerweizensorten gefundenen Werte sehen wir bei Winterweizen ein in der Hauptsache engbüschliges Kurvenbündel, bei dem nach innen zu nur der schon erwähnte „Strengs Dickkopf“ und nach oben nur wenige Sorten stärker herausfallen.

Die vorstehenden Feststellungen sind durch Wiederholungsversuche in vollem Umfang gesichert. Auch kann hier schon auf die später erwähnten, mit 47 Winterweizensorten der Ernte 1949 durchgeführten Versuche (Tab. 6) hingewiesen werden, in denen die osmotischen Grenzwerte ebenfalls wieder nur zwischen 0,80 und 0,93 mol schwanken. Größenmäßig stehen die von uns gefundenen Grenzwerte mit den Feststellungen von KONOPO (17) in Übereinstimmung, der für Sommerweizen Werte von 0,7—0,85 mol, für Winterweizen solche von 0,8—0,85 mol angibt. Mit den Befunden von HUEBER (15) lassen sich unsere eigenen Feststellungen nicht recht in Vergleich setzen, weil dieser statt der sonst üblichen volummolaren Lösungen gewichtsmolare benutzt hat, die Atmosphärenwerte aber wieder auf volummolare Lösungen bezieht. Die nur mit 3 Weizensorten durchgeführten Untersuchungen von EIBL (2) sind zu unvollständig, um einen Vergleich zu ermöglichen. Wohl dagegen soll hier noch kurz erwähnt werden, daß insoweit eine Parallele unserer Feststellungen zu keimungsphysiologischen Beobachtungen anderer Art besteht, als Voss (31) fand, daß im Gegensatz zum Winterweizen „beim Sommerweizen die physiologischen Unterschiede der einzelnen Sorten besonders kraß hervortreten“. Dies gilt also

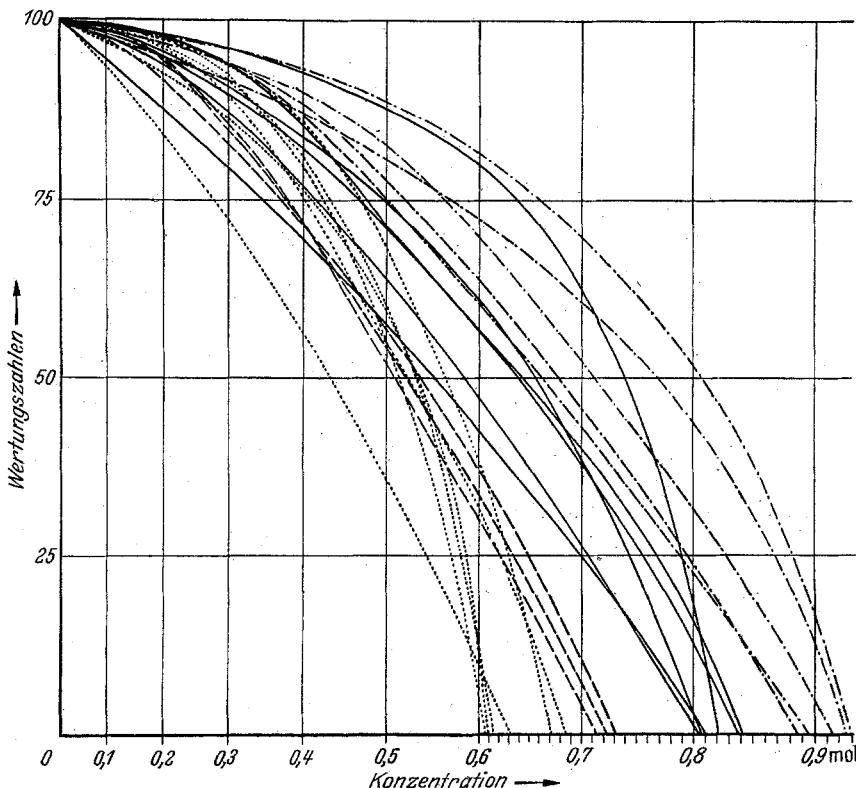


Abb. 7. Kurvenverlauf der Wertungszahlen von 20 Sommerweizensorten der Ernte 1948 in Zuckerlösungen steigender Molarkonzentration. Versuchstemperatur 18°C.
Unterlagen siehe Tab. 3.

strichpunkt = Sorten 1-5
volle Linie = „ 6-11
gestrichelt = „ 12-14
feinpunktiert = „ 15-20.

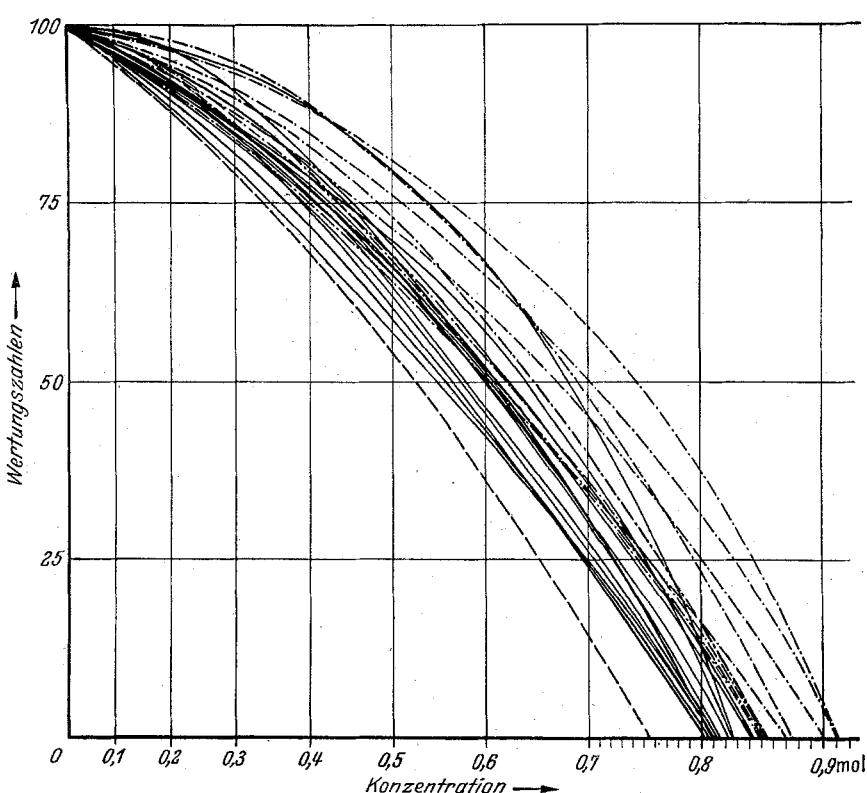


Abb. 8. Kurvenverlauf der Wertungszahlen von 23 Winterweizensorten der Ernte 1948 in Zuckerlösungen steigender Molarkonzentration. Versuchstemperatur 18°C.
Unterlagen siehe Tab. 4.

strichpunkt = Sorten 1-9
volle Linie = „ 10-22
gestrichelt = „ 23.

Tabelle 4. Keimprozente, Keimdauer und Wertungszahlen in Wasser und in 0,2 bis 0,9 molaren Zuckerslösungen sowie graphisch abgeleitete osmotische Grenzwerte von 23 Winterweizensorten der Ernte 1948.

Nr.	Sorte	Wasser			0,2 mol			0,4 mol			0,6 mol			0,7 mol			0,8 mol			Osmotischer Grenzwert in mol
		Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	Keim-%	Keimdauer Tage	Wertungszahl	
1	Rimpau fr. Bastard	3,9	4,1	95	4,6	86	100	5,5	72	100	6,7	59	84	8,7	37	12	9,7	5	0,91 (0,912)	
2	Janetzkis fr. Kreuzung	3,6	3,8	95	4,2	85	100	5,5	65	97	7,0	50	79	9,2	31	14	10,1	5	0,91 (0,910)	
3	Lüneburger Kolben A	3,1	3,1	91	3,9	79	94	5,9	60	90	6,5	43	66	8,6	24	0	8	8	0	0,90 (0,901)
4	Nordharzer Burg	3,0	3,1	97	3,4	89	96	4,3	67	85	5,3	48	52	6,8	23	0	0	0	0	0,87 (0,874)
5	P. S. G. Pommerania	3,1	3,4	91	4,1	75	100	6,2	50	87	7,7	35	52	10,0	16	0	0	0	0	0,87 (0,870)
6	P. S. G. Sandweizen	3,2	3,4	94	3,8	84	96	5,3	58	81	6,5	40	41	8,2	16	0	0	0	0	0,86 (0,856)
7	Heils Dickkopf I	3,0	3,2	94	3,8	80	100	5,7	53	85	7,1	36	46	9,2	15	0	0	0	0	0,85 (0,854)
8	Raeckes Dickkopf	3,4	3,7	92	4,4	77	100	6,5	51	77	7,7	34	39	9,4	14	0	0	0	0	0,85 (0,850)
9	Hohenheimer Dickkopf	3,2	3,4	94	4,0	80	88	5,5	51	72	6,8	34	37	8,4	14	0	0	0	0	0,85 (0,850)
10	Criewener 104	3,0	3,1	97	3,7	81	97	5,4	54	77	6,6	35	35	8,1	13	0	0	0	0	0,84 (0,843)
11	Dippes Dickkopf	3,5	3,8	92	4,4	80	98	6,7	51	77	8,4	32	34	10,0	12	0	0	0	0	0,84 (0,841)
12	Dietmarscher	3,5	3,7	95	4,0	88	100	5,2	57	81	6,3	45	57	7,7	12	0	0	0	0	0,83 (0,826)
13	Lembkes Wilzenweizen	3,4	3,8	92	4,4	78	95	5,7	57	75	7,1	36	27	9,1	10	0	0	0	0	0,83 (0,825)
14	Berkners Continental	3,0	4,1	93	5,0	77	92	7,0	50	66	8,3	30	21	10,0	8	0	0	0	0	0,82 (0,822)
15	Derenbg. Steppenweizen	3,3	3,3	91	3,8	78	83	5,1	49	56	6,0	28	12	7,2	5	0	0	0	0	0,82 (0,815)
16	Bendelebener Harz	3,3	3,6	92	4,3	76	77	5,5	46	52	6,4	27	10	8,3	4	0	0	0	0	0,81 (0,812)
17	Lembkes Obotriten	3,2	3,5	88	4,3	74	79	5,5	45	52	6,7	25	8	8,3	3	0	0	0	0	0,81 (0,810)
18	Suckerts Sandweizen	3,1	3,3	91	4,5	69	83	6,1	42	54	7,0	24	8	8,2	3	0	0	0	0	0,81 (0,809)
19	Sandweizen	3,0	3,3	91	4,0	76	90	5,2	52	66	6,4	31	9	8,5	3	0	0	0	0	0,81 (0,808)
20	Lüneburger	3,1	3,4	91	4,0	77	96	5,7	52	68	7,0	30	9	9,4	3	0	0	0	0	0,81 (0,807)
21	Grundmanns Dickkopf	3,0	3,3	91	4,2	72	80	5,7	42	54	6,8	24	6	8,4	2	0	0	0	0	0,80 (0,802)
22	Suckerts Sanddicke	3,1	3,4	91	4,2	74	77	5,7	42	50	6,5	24	2	8,0	1	0	0	0	0	0,80 (0,802)
23	Strengs Dickkopf	3,6	4,2	87	5,4	67	75	7,5	36	35	8,9	14	0	8	0	0	0	0	0	0,76 (0,755)

offensichtlich auch für die osmotischen Grenzwerte.

Bestimmung der osmotischen Grenzwerte in vereinfachter Versuchsdurchführung.

In den Versuchen des vorstehenden Abschnittes ist der osmotische Grenzwert für jede einzelne Sorte durch Keimversuche in 6 verschiedenen Rohrzuckerconzentrationen ermittelt. Dieses Verfahren ergibt sehr zuverlässige Kurvenwerte, erfordert aber einen hohen Arbeitsaufwand und ist deshalb für größere Versuchsreihen schwer durchführbar. Nun haben die mit Winterweizen durchgeföhrten Versuche ergeben, daß die osmotischen Wertungszahlen, vielleicht bis auf ganz vereinzelte Ausnahmen, über 0,8 mol liegen. Da der Endverlauf der Kurven

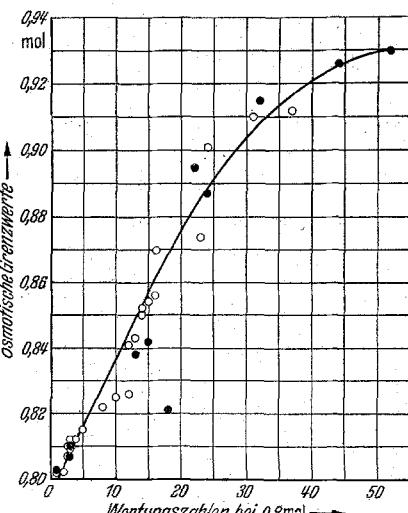


Abb. 9. Testkurve zur Festlegung der osmotischen Grenzwerte aus den in 0,8 mol Zuckerlösung gefundenen Wertungszahlen.

Volle Kreise: Ablesungen aus Tabelle 3 (Sommerweizen)
Helle Kreise: Ablesungen aus Tabelle 4 (Winterweizen)

übereinstimmende Tendenzen zeigt, besteht damit die Möglichkeit für bestimmte Weizensorten, aus den bei 0,8 mol gefundenen Wertungszahlen auf den osmotischen Grenzwert zurückzuschließen, so daß es also dann nur nötig ist, neben der stets anzusetzenden Wasserkontrolle eine einzige Bestimmung des Keimverhaltens in 0,8 molarer Zukkerlösung durchzuführen, womit, wenigstens für die Winterweizen, eine stark vereinfachte Versuchsdurchführung möglich ist.

In Abb. 9 sind als Abszissenwerte die in Tabelle 3 und 4 für eine 0,8 molare Zuckerlösung gefundenen Wertungszahlen verwendet; als zugehörige Ordinaten sind die durch die Kurven in Abb. 7 und 8 ermittelten osmotischen

Grenzwerte eingetragen. Diese ergeben die in Abb. 9 dargestellte Testkurve, die gestattet, aus beliebigen, in 0,8 molaren Zuckerlösungen erhaltenen Wertungszahlen unmittelbar und mit ausreichender Genauigkeit die osmotischen Werte abzulesen. Dies möge an dem folgenden Beispiel mit „Carstens Dickkopf V“ dargelegt werden. Um gleichzeitig einen Einblick in die auftretenden Streuungen zu gewinnen, sind 6 mit diesem Weizen durchgeföhrte Parallelversuche in der nebenstehenden Tabelle 5 zusammengestellt und aus den erhaltenen Wertungszahlen unter Zugrundelegung der Kurve von Abb. 9 die osmotischen Grenzwerte abgelesen. Die in diesen auftretenden Schwankungen sind trotz gewisser Unterschiede in den Wertungszahlen unbedeutend, so daß die vorgeschlagene Methodik einwandfrei erscheint und der folgenden Untersuchung von 47 verschiedenen Winterweizensorten zugrunde gelegt werden konnte.

Tabelle 6. Keimprozente, Keimdauer und Wertungszahlen in 0,8 molarer Zuckerlösung und daraus abgeleitete osmotische Grenzwerte von 47 Winterweizensorten der Ernte 1949. Mittelwerte von mindestens 2 getrennt durchgeföhrten Versuchen.

Sorte	Wasserkontrolle			0,8 molare Lösung			Osmot. Grenzwert in mol
	Keimprozente	Keimdauer Tage	Wert-zahl	Keimprozente	Keimdauer Tage	Wertungszahl	
Rekord Nr. 5		2,9		100	6,6	43,5	0,93
Martin C. J. 4463		3,0		100	7,7	39,0	0,92
Roter Ultima Bart		2,9		97	7,1	39,0	0,92
Bl. Winterkolben Dinkel		3,0		96	7,4	39,0	0,92
Buffum		3,0		88	7,8	34,0	0,91
Carstens Dickkopf V		2,9		78	7,2	31,4	0,91
Raeckes Stamm 211		3,0		86	8,3	31,0	0,91
Ägyptischer		3,0		88	9,3	28,5	0,90
Hess. Landsorte unbegr.		3,1		60	7,1	26,0	0,89
Svalöfs Panzer III		3,0		72	8,7	24,8	0,89
Vilmorin Blé de paix		3,2		69	9,1	24,6	0,89
Janetzkis fr. Kreuz.		3,4		56	8,4	22,8	0,88
Rimpaus fr. Bastard		3,1		58	8,5	21,0	0,88
Nordost Samland		3,2		62	9,5	21,0	0,88
Strubes Dickkopf		3,2		54	8,6	20,3	0,88
P.S.G. Warsower 52		3,0		60	9,4	19,5	0,87
Winterbanater		3,2		56	9,2	19,5	0,87
Märkischer Land		3,0		54	9,3	17,5	0,87
Nordost Sandomir		3,0		48	9,1	16,0	0,86
v. Carons Eld. Hannovera		3,0		50	9,8	15,5	0,86
Strubes Gen. Stocken		3,0		50	9,8	15,5	0,86
Rimpaus Bastard I		3,0		46	9,3	15,0	0,86
Svalöfs Kronen		3,0		42	9,0	14,0	0,85
Egyptien		3,6		34	8,7	14,0	0,85
Blumenweizen		3,0		39	9,6	12,2	0,84
Klädener Altmärkischer		3,1		34	9,4	11,5	0,84
Rimpaus Bastard II		3,1		32	8,9	11,1	0,84
Salzmünder Standard		3,0		32	8,7	11,0	0,84
Svalöfs Sammet		3,2		32	10,1	10,0	0,84
Sagnitzer		3,0		35	10,5	10,0	0,84
Pörnb. Graf Törring		3,0		32	9,9	9,8	0,84
Minhardi 1270		2,9		29	8,7	9,7	0,84
Strubes r. Schlanst. So.		3,3		28	9,8	9,5	0,83
Ebersbacher weiß		3,1		26	9,7	8,3	0,83
Minhardi Minnesota		3,7		22	10,2	8,0	0,83
Svalöfs Svea I		3,0		23	9,7	7,1	0,82
Hohenwettersbacher braun		3,1		18	8,5	6,6	0,82
Bieler Edelepp		3,1		18	9,6	5,8	0,82
Schilf		3,1		18	10,0	5,6	0,82
Lünebg. br. Sandweizen		3,8		10	8,0	4,7	0,81
Ermischs frühreifer		3,3		14	10,9	4,2	0,81
Marquards br. Dickkopf		3,5		10	9,0	3,9	0,81
Sperlings Sinslebener		3,0		12	10,7	3,4	0,81
Minhardi C. J. 5149		3,0		10	10,7	2,8	0,81
v. Carons Quellweizen		3,2		8	9,7	2,6	0,81
Hard Winter		3,3		4	8,7	1,5	0,80
Bergers hellgelb. Dickkopf		3,5		4	10,7	1,3	0,80
Janetzkis Großkorn		3,1		4	11,0	1,1	0,80

Tabelle 5. Feststellung der osmotischen Grenzwerte durch die in 0,8 molarer Zuckerlösung gefundene Wertungszahl. Versuchsweizen „Carstens Dickkopf V“, Temperatur 18° C

	Wertungszahl	Graphisch festgestellter Grenzwert in mol
1. Versuch	34,0	0,91
2. Versuch	26,4	0,90
3. Versuch	30,4	0,90
4. Versuch	31,6	0,91
5. Versuch	33,0	0,91
6. Versuch	32,8	0,91

Untersuchungen an 47 Winterweizensorten der Ernte 1949.

Die Versuche sind nach der soeben angegebenen vereinfachten Methodik durchgeföhrt. Im übrigen waren die Versuchsbedingungen die gleichen wie in den früheren Versuchen. Die verwendeten Körner

wurden bis zur gleichen Entwicklungsstufe (etwa 22 Stunden) in Wasser bei 18°C vorgequollen. Da nur normal quellende Samen für die Versuche ausgewählt wurden, erreichten die Keimprozente der Wasserkontrollen ausnahmslos wieder 100%. Die Wertungszahlen der Wasserkontrollen sind gleich 100 gesetzt.

Tabelle 7. Wertungszahlen in 0,8 molarer Zuckerlösung und osmotische Grenzwerte von 18 Weizensorten der Ernten 1949 und 1950.
(Einzelheiten siehe Text.)

Sorte	Ernte 1949		Ernte 1950	
	Wertungszahl	Osmotischer Grenzwert mol	Wertungszahl	Osmotischer Grenzwert mol
Rekord Nr. 5	43,5	0,93	38,8	0,92
Bl. Winterkolben Dink.	39,0	0,92	35,8	0,92
Buffum	34,0	0,91	32,0	0,91
Carstens Dickkopf V	31,4	0,91	32,0	0,91
Raeckes Stamm 211	31,0	0,91	33,2	0,91
Vilmorin Blé de paix	24,6	0,89	25,1	0,89
Janetzkis fr. Kreuz.	22,8	0,88	26,8	0,90
Rimpaus fr. Bastard	21,0	0,88	27,0	0,90
Strubes Dickkopf	20,3	0,88	16,9	0,87
Salzmünder Standard	11,0	0,84	11,2	0,84
Minhardi 1270	9,7	0,84	6,7	0,82
Svalöfs Svea I	7,1	0,82	12,4	0,85
Bielers Edelepp	5,8	0,82	6,5	0,82
Lünebg. br. Sandweizen	4,7	0,81	7,3	0,83
Minhardi C. J. 5149	2,8	0,81	4,1	0,81
v. Carons Quellweizen	2,6	0,81	5,0	0,82
Härd Winter	1,5	0,80	4,0	0,81
Bergers hellgelb. Dickk.	1,3	0,80	1,8	0,80

Bei den geprüften 48 Weizensorten handelt es sich ganz überwiegend um Wintersorten, die bisher nicht berücksichtigt waren. Die Auswahl der 47 Winterweizensorten („Strubes Roter Schlanstedter“ ist ein Sommerweizen) war im Hinblick auf die später noch zu behandelnden Beziehungen zwischen Frosthärtung und osmotischem Wert der Keimpflanzen so getroffen, daß von jeder Frosthärtegruppe einige charakteristische Sorten vertreten sind. Sämtliche Sorten waren

den schneller keimenden Sorten meist 2, bei den anderen etwa 3 Wochen. Auf jeden Fall wurden die Versuche so lange fortgesetzt, bis keine weiteren Keimungen mehr zu erwarten waren.

Die auf Grund der gefundenen Wertungszahlen nach der Kurve von Abb. 9 abgelesenen osmotischen Grenzwerte liegen zwischen 0,80 und 0,93 mol, entsprechen also durchaus den früher erhaltenen. Ebenso ist die Streuung wieder, wie bei den in Abb. 8 dargestellten Winterweizensorten der Ernte 1948, verhältnismäßig gering. Bezüglich Einzelheiten sei auf die in der umstehenden Tabelle 6 enthaltenen Zahlen verwiesen.

Vergleich der osmotischen Eigenschaften der Ernten 1948, 1949 und 1950.

Außer den bisher besprochenen Versuchen mit Körnern der Ernten 1948 und 1949 sind auch Versuche mit Saatgut der Ernte 1950 durchgeführt, das ebenfalls wieder vom Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt stammte.

Für den Vergleich der Ernten 1949 und 1950 stehen Beobachtungen an 18 Weizensorten zur Verfügung (Tabelle 7). Um die Darstellung nicht zu umfangreich zu gestalten, ist auf die Wiedergabe der Keimprozente und der Keimdauer der Ernte 1950 verzichtet und nur Wertungszahl und verschiedener Grenzwert angegeben. Die entsprechenden Daten für die Ernte 1949 gehen aus der früheren Tabelle 6 hervor. Die Einordnung der Sorten erfolgte nach fallenden osmotischen Grenzwerten der Ernte 1949.

Tabelle 8. Wertungszahlen in 0,8 molarer Zuckerlösung und osmotische Grenzwerte von 6 Winterweizensorten der Ernten 1948, 1949 und 1950.

Sorte	Ernte 1948		Ernte 1949		Ernte 1950	
	Wert-zahl	Osmot. Grenz-wert mol	Wert-zahl	Osmot. Grenz-wert mol	Wert-zahl	Osmot. Grenz-wert mol
Vilmorin Blé de paix	32,4	0,91	24,6	0,89	25,1	0,89
Janetzkis fr. Kreuzung	33,2	0,91	22,8	0,88	26,8	0,90
Rimpaus fr. Bastard	35,5	0,91	21,0	0,88	27,0	0,90
Salzmünder Standard	26,8	0,90	11,0	0,84	11,2	0,84
Minhardi 1270	25,0	0,89	9,7	0,84	6,7	0,82
Lünebg. br. Sandweizen	20,0	0,88	4,7	0,81	7,3	0,82

wieder unter gleichen Klima-, Boden- und Düngungsverhältnissen auf dem Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig-Giesmarode angebaut.

Wiedergegeben sind in der umstehenden Tabelle 6 Keimprozente, durchschnittliche Keimdauer und Wertungszahl bei Keimung in 0,8 molarer Zuckerlösung sowie die aus der Kurve von Abb. 9 abgelesenen osmotischen Grenzwerte, nach denen die Einordnung der Sorten erfolgte. Die Keimdauer in Wasser lag bei den meisten Sorten zwischen 2,9 und 3,3 Tagen und stieg nur vereinzelt auf 3,8 Tage an. In 0,8 molaren Zuckerlösungen betrug die durchschnittliche Keimdauer 6,6–11 Tage. Die Versuchsdauer betrug bei

Von vereinzelten Überschneidungen und Abweichungen abgesehen, ergibt sich aus der vorstehenden Tabelle 7, daß die Höhe der osmotischen Grenzwerte und damit auch die Reihenfolge der nach den osmotischen Werten der Ernte 1949 geordneten Sorten bei der Ernte des Jahres 1950 in der Hauptsache unverändert geblieben ist. Es erscheint deshalb berechtigt, die Höhe der osmotischen Grenzwerte als sortenspezifisches Merkmal anzusprechen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß im Sommer 1949 und 1950 ähnliche klimatische Bedingungen vorgelegen haben, denn beide Sommer waren mild und feucht.

Im Gegensatz dazu war der Sommer 1948 trocken und warm. Für einen Vergleich der Ernte 1948 mit den Ernten der Jahre 1949 und 1950 stehen 6 Winterweizen zur Verfügung, deren Wertungszahlen und osmotische Grenzwerte in der vorstehenden Tabelle 8 zusammengestellt sind. Die Einordnung der Sorten ist nach den Grenzwerten des Jahres 1949 erfolgt.

Der Vergleich zeigt, daß bei allen untersuchten Winterweizensorten die osmotischen Grenzwerte der

Auch in diesen Versuchen wurden wieder vorgequollene Körner in die Zuckerlösungen überführt. Um eine gleiche Vorquellung wie in den Versuchen bei 18° C, also eine Gewichtszunahme von 42—43%, zu erzielen, war in den früheren Versuchen bei 18° C eine etwa 22stündige Vorquellung notwendig gewesen; bei 27° genügte eine 16stündige Vorquellung, während bei +3° je nach der verwendeten Sorte eine 4 bis 6-tägige Vorquellung gewählt werden mußte, um den

Tabelle 9. Wertungszahlen in 0,8 molaren Zuckerlösung und osmotische Grenzwerte von 12 Weizensorten bei 27° C.
(Die Werte bei 18° C sind aus Tab. 6 (S. 71) entnommen.)

Sorte	Wasserkontrolle 27° C			0,8 mol 27° C			Osm. Grenzwert 27°	Osm. Grenzwert 18°
	Keim-proz.	Keimdauer Tage	Wertungs-zahl	Keim-prozente	Keimdauer Tage	Wertungs-zahl		
Rekord Nr. 5			2,2	100	5,1	42,7	0,92	0,93
Raeckes Stamm 211			2,3	100	5,8	39,8	0,92	0,91
Bl. Winterkolben Dink.			2,3	100	6,2	37,6	0,92	0,92
Buffum			2,2	94	5,6	37,6	0,92	0,91
Carstens Dickkopf V			2,5	74	6,6	27,6	0,90	0,91
Vilmorin Blé de paix	100		2,3	68	5,9	27,0	0,90	0,89
Svalöfs Panzer III			2,4	54	7,1	18,5	0,87	0,89
Strubes Dickkopf			2,5	36	7,2	12,7	0,85	0,88
Strubes r. Schlanst. So.			2,5	28	7,1	10,0	0,84	0,83
Minhardi C. J. 5149			2,3	20	6,9	6,7	0,82	0,81
Svalöfs Svea I			2,3	16	6,2	6,0	0,82	0,82
Hard Winter			2,6	10	7,0	3,7	0,81	0,80

Ernte 1948 höher liegen als in den Ernten der Jahre 1949 und 1950. Die Unterschiede sind ungleich groß, treten aber immerhin bei allen Sorten in gleicher Richtung hervor und müssen den Umständen nach auf Klimawirkungen zurückgeführt werden. Offensichtlich bewirkt ein heißer und trockener Sommer einen Anstieg der osmotischen Grenzwerte. Wichtig scheint, daß die Differenzen zwischen den einzelnen Sorten in den verschiedenen Jahren in gleicher Richtung liegen.

Tabelle 10. Keimprozente, Keimdauer und Wertungszahlen in 0,8 molarer Zuckerlösung bei +3° C.

Sorte	Wasserkontrolle			0,8 mol Zuckerlösung		
	Keim-proz.	Keimdauer Tage	Wertungs-zahl	Keim-proz.	Keimdauer Tage	Wertungs-zahl
Bl. Winterkolb. Dink.		13,6		100	20,1	67,6
Vilmorin Blé de paix .	100	8,0		91	12,0	61,3
Rekord Nr. 5	100	6,3	100	100	10,5	60,0
Buffum		6,7		84	11,0	51,5
v. Carons Quellweiz. .	100	10,3		12	16,3	7,5
Minhardi C. J. 5149 .		17,0	100	4	22,5	0,3
Hard Winter		18,0		4	22,0	0,3

Insoweit sprechen diese Versuche dafür, daß wir in der Höhe der osmotischen Grenzwerte tatsächlich eine Sorteneigenschaft erblicken dürfen.

Keimungstemperatur und osmotische Werte.

Alle bisherigen Versuche sind bei einer einheitlichen Temperatur von 18° C durchgeführt. In den folgenden Versuchen sind Temperaturen von 27° und +3° C zur Anwendung gekommen, die ersten im Thermo-statenraum des Botanischen Institutes, die Versuche bei +3° im Kühlraum des Institutes für Resistenzprüfung der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig-Gliesmarode. Die Prüfung erfolgte übereinstimmend in Zuckerlösungen von 0,8 mol.

richtigen Wassergehalt zu erreichen und ein „Spitzen“ der Körner zu erzielen.

Bei 27° C lag die durchschnittliche Keimdauer der Wasserkontrolle zwischen 2,2 und 2,6 Tagen, gegenüber 3,0—4,1 bei 18° C. In der 0,8 molaren Zuckerlösung war sie von 6,6—11,0 bei 18° auf 5,1—7,2 Tage verkürzt. Leider trat bei 27° C trotz täglichen Wechsels der Zuckerlösung vom 5. Tag an ein Versäuern der Lösungen ein. Es kann sein, daß diese Versäuerung an den allerdings unbedeutenden Schwankungen der osmotischen Werte im Vergleich zu den 18°-Versuchen beteiligt ist.

Im allgemeinen aber führten die Versuche mit 27° C zu den gleichen Ergebnissen wie die früher beschriebenen Versuche bei 18° C. In der obigen Tabelle 9 sind die Ergebnisse der mit 12 Weizensorten durchgeführten Versuche wiedergegeben und mit den früheren Versuchen bei 18° in Vergleich gesetzt.

Von besonderem Interesse sind die bei +3° C durchgeföhrten Versuche. Da der für diese Versuche zur Verfügung stehende Raum beschränkt war, konnten die Versuche nur auf 7 Sorten ausgedehnt werden. Ausgewählt wurden 4 Sorten, die nach den früheren Beobachtungen durch hohe osmotische Werte ausgezeichnet waren und 3 Sorten, die uns früher schon durch niedrige Wertungszahlen aufgefallen waren.

Die Ergebnisse der Versuche bei 3° C sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Von der graphischen Bestimmung der osmotischen Grenzwerte aus den in 0,8 mol Zuckerlösung erhaltenen Wertungszahlen mußte im Hinblick auf die außerordentlichen Verschiedenheiten der Entwicklungsgeschwindigkeit Abstand genommen werden. Wir beschränken uns deshalb auf die Wieder-

gabe der Versuchsablesungen und die Angabe der aus diesen berechneten Wertungszahlen.

Die an erster Stelle stehenden 4 Weizensorten, die früher bei 18°C hohe osmotische Werte aufgewiesen hatten, zeigen ebenfalls wieder hohe, die drei restlichen Sorten wieder tiefe Wertungszahlen.

Um einen Vergleich mit den früheren Feststellungen bei höheren Temperaturen zu ermöglichen, sind in der nebenstehenden Tabelle II und der graphischen Darstellung (Abb. 10) die Wertungszahlen der Versuche bei $+3^{\circ}$, 18° und 27° gegenübergestellt.

Abb. 10. Wertungszahlen der gleichen 7 Weizensorten in 0,8 molarer Zuckerklösung bei $+3^{\circ}$, 18° und 27° C.

Die Nummern der Abszissen entsprechen den in Tab. II angeführten Sorten.

Volle Linie = $+3^{\circ}$
lang gestrichelte Linie = $+18^{\circ}$
kurz gestrichelte Linie = $+27^{\circ}$.

Wertungszahlen liegen also nicht vor. Auffallend ist, daß die schon bei 18° und 27° durch höhere osmotische Werte ausgezeichneten Sorten bei $+3^{\circ}$ eine weitere wesentliche Steigerung dieser Werte erfahren, und

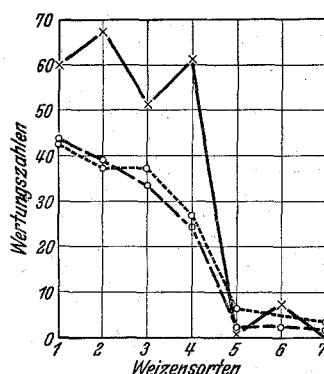


Tabelle II. Wertungszahlen der gleichen 7 Weizensorten in 0,8 molarer Zuckerklösung bei $+3^{\circ}$, 18° und 27° C.

Nr.	Sorte	Wertungszahl bei		
		$+3^{\circ}\text{C}$	$+18^{\circ}\text{C}$	$+27^{\circ}\text{C}$
1	Rekord Nr. 5 . . .	60,0	43,5	42,7
2	Bl. Winterkolb. Dink.	67,6	39,0	37,6
3	Buffum	51,5	34,0	37,6
4	Vilmorin Blé de paix .	61,3	24,6	27,0
5	Minhardi C. J. 5149 .	0,3	2,8	6,7
6	v. Carons Quellweizen	7,5	2,6	—
7	Hard Winter . . .	0,3	1,5	3,7

Frosthärtede von Weizensorten und osmotische Werte keimender Weizenkörner.

Über die Kälteresistenz unserer Weizensorten sind wir durch künstliche Gefrierversuche und durch vielfältige Freilandbeobachtungen des Auswinterungsgrades verhältnismäßig gut unterrichtet. Künstliche Gefrierversuche werden in Deutschland seit 1929 regelmäßig im Institut für Resistenzprüfung der heutigen Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig-Gliesmarode durchgeführt. Da die Frosthärtede von den vorhergehenden Anzuchtbedingungen abhängt, ist es nicht möglich, absolute und allgemein gültige Resistenzgrade festzustellen. Deshalb haben GASSNER und RABIEN (14) als Maßstab der Frosthärtede die Frostwiderstandsfähigkeit bestimmter Testsorten ein-

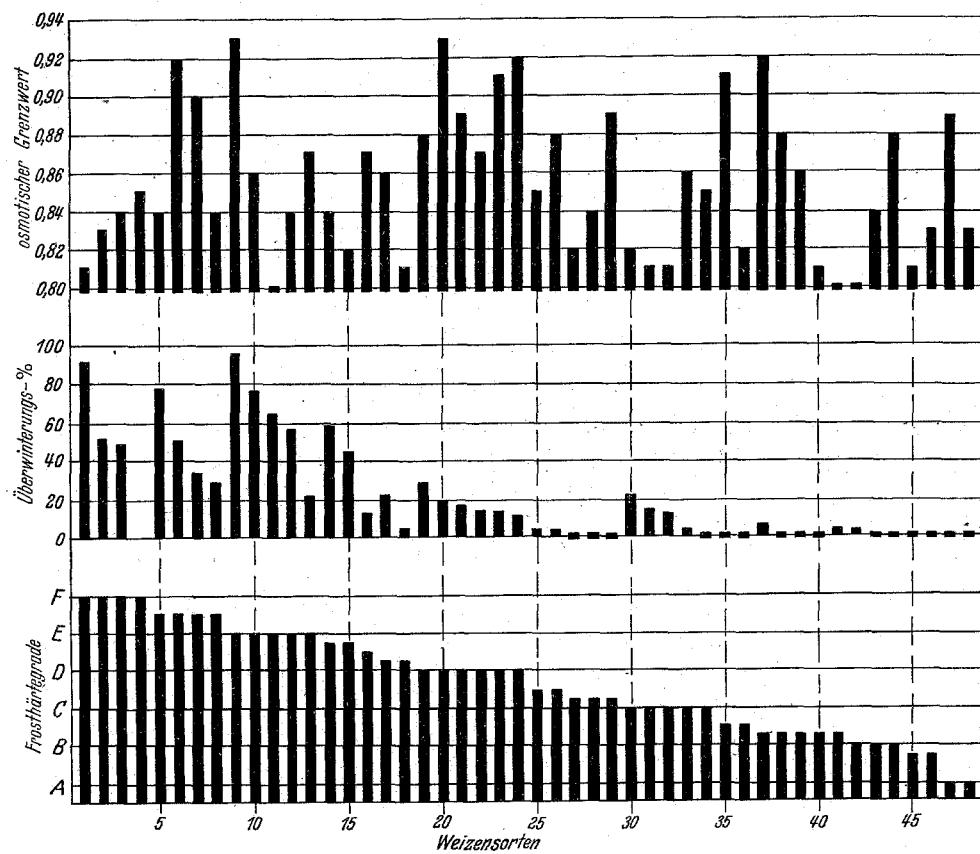


Abb. II. Frosthärtegrade, Überwinterungsprozente (1941/42) und osmotische Grenzwerte von 48 Weizensorten. Einordnung der Sorten nach Frosthärtegraden.
Sortenverzeichnis Nr. I bis 48 und Einzelheiten siehe Tabelle II.

daß demgegenüber die osmotischen Werte der Sorten 5–7 ihre tiefe Lage auch bei einer Keimungstemperatur von $+3^{\circ}\text{C}$ behalten. Auf jeden Fall gleicht eine tiefe Keimungstemperatur von $+3^{\circ}$ die Unterschiede der osmotischen Werte nicht nur nicht aus, sondern verstärkt sie.

geföhrt, die als Standardsorten neben den Prüfsorten regelmäßig mit geprüft werden. Auf diese, durch verschiedene Frosthärtede ausgezeichneten Testsorten werden die Befunde an den Prüfsorten bezogen und diese in die entsprechenden Klassen eingeordnet. Es bedeutet:

Frosthärtegrad:

A (sehr weich)	Typus	Strubes roter Schlanstedter S.-Weizen,
B (weich)	"	Strubes Dickkopf,
C (mäßig hart)	"	Strubes General von Stocken,
D (ziemlich hart)	"	Nordost Samland
E (hart)	"	Svalöfs Sammet,
F (sehr hart)	"	Minhardi.

Die Erfahrungen haben gezeigt, daß die in künstlichen Gefrierversuchen festgestellten Frosthärtegrade im großen und ganzen den vieljährigen Überwinterungsbeobachtungen im Felde entsprechen. Dies geht auch aus der in Tabelle 12 gegebenen Zusammenstellung hervor, in welcher die durch künstliche Frosteinwirkung gefundenen Frosthärtegrade von 48 Weizensorten — bis auf den roten Schlanstedter S.-W. ausnahmslos Winterweizen — den im Felde festgestellten Überwinterungsprozenten der Winter 1941/42

und 1949/50 gegenübergestellt sind. Die Angaben über die Frosthärte in künstlichen Gefrierversuchen verdanken wir der Freundlichkeit von Herrn Reg.-Rat Dr. RABIEN, dem auch an dieser Stelle gedankt sei. Für die Angabe der Überwinterungsprozente in dem besonders strengen Winter 1941/42 wurde auf die von STRAIB (30) gemachten Beobachtungen zurückgegriffen. Für den Winter 1949/50, ebenso auch für den gleichfalls milden Winter 1950/51 liegen eigene Feststellungen der Überwinterungsprozente vor. Da die Beobachtungen des Winters 1950/51 mit denen des vorhergehenden Winters gut übereinstimmen, brauchten sie in der folgenden Zusammenstellung von Tabelle 12 nicht mit aufgenommen zu werden. Tabelle 12 enthält im übrigen noch die früher (Tabelle 6) gefundenen osmotischen Grenzwerte der gleichen Sorten. Um die Übersicht zu erleichtern, sind in Abb. 11 außerdem noch die Frosthärtegrade, die Überwinterungsprozente des Winters 1941/42 und die osmotischen Grenzwerte graphisch in Vergleich gesetzt.

Tabelle 12. Frosthärtegrade, Überwinterungsprozente (1941/42 u. 1949/50) und osmotische Grenzwerte von 48 Weizensorten.
(Anordnung der Sorten nach Frosthärtegraden, Einzelheiten siehe Text.)

Nr.	Sorte	Frost- härte- grad	Überwinterungs-%		osmotische Grenzwerte in mol
			1941/42	1949/50	
1	Minhardi C. J. 5149	F	91,6	100	0,81
2	Minhardi Minnesota Amerika	F	51,7	100	0,83
3	Minhardi 1270	F	48,1	100	0,84
4	Egyptien	F	?	100	0,85
5	Sagnitzer	E/F	76,8	100	0,84
6	Martin C. J. 4463	E/F	50,0	85	0,92
7	Ägyptischer	E/F	33,7	100	0,90
8	Blumenweizen	E/F	28,2	100	0,84
9	Buffum	E	95,7	85	0,91
10	Nordost Sandomir	E	75,3	100	0,86
11	Hard Winter	E	63,7	90	0,80
12	Svalöfs Sammet	E	56,2	90	0,84
13	Winterbanater	E	20,9	75	0,87
14	Klädener Altmärkischer	E—	58,2	85	0,84
15	Svalöfs Svea I	E—	44,7	100	0,82
16	Märkischer Land	D/E	11,9	75	0,87
17	v. Carons Eldinger Hannovera	D+	21,5	70	0,86
18	v. Carons Quellweizen, Kreuz. I	D+	4,5	100	0,81
19	Nordost Samland	D	27,8	100	0,88
20	Rekord Nr. 5	D	20,0	100	0,93
21	Hess. Landsorte unbekannt	D	16,8	40	0,89
22	P. S. G. Warsower Stamm 52	D	14,2	80	0,87
23	Raeckes Stamm 211	D	14,2	90	0,91
24	Roter Ultima Bart	D	10,6	100	0,92
25	Salzmündner Standard	C/D	4,0	80	0,84
26	Janetzkis frühe Kreuzung	C/D	3,0	80	0,88
27	Bieler Edelepp	C+	0	90	0,82
28	Rimpauß Bastard II	C+	0	50	0,84
29	Svalöfs Panzer III	C+	0	100	0,89
30	Schilf	C	21,6	80	0,82
31	Lüneburger brauner Sandweizen	C	13,5	80	0,81
32	Sperlings Sinslebener	C	11,5	100	0,81
33	Strubes General von Stocken	C	3,9	80	0,86
34	Svalöfs Kronen	C	0	100	0,85
35	Carstens Dickkopf V	B/C	0	85	0,91
36	Hohenwettersbacher braun	B/C	0	30	0,82
37	Blauer Winterkolbendinkel	B+	5,5	80	0,92
38	Rimpauß früher Bastard	B+	0	50	0,88
39	Rimpauß Bastard I	B+	0	50	0,86
40	Ermischs frühreifer	B+	0	0	0,81
41	Janetzkis Großkorn N. Z.	B+	3,9	75	0,80
42	Bergers hellgelber Dickkopf	B	3,4	100	0,80
43	Pörnbacher Graf Törring	B	0	25	0,84
44	Strubes Dickkopf	B	0	16	0,88
45	Marquardts braunsp. Dickkopf	B—	0	0	0,81
46	Ebersbacher weiß	B—	0	10	0,83
47	Vilmorin Blé de paix	A	0	16	0,89
48	Strubes rot. Schlanstedt. So.Wz.	A	0	?	0,83

Zunächst ist zu ersehen, daß die Ergebnisse der künstlichen Gefrierversuche und der Überwinterungsverhältnisse im Freien trotz zahlreicher Schwankungen doch vielfache Übereinstimmung zeigen. Frosthärte und Winterhärte sind eben nicht völlig identisch. Im Gegensatz hierzu lassen nun aber die osmotischen Grenzwerte keimender Körner überhaupt keine gesetzmäßigen Beziehungen zu den experimentell festgestellten Frosthärtegraden und den Überwinterungsprozenten erkennen; denn Sorten mit hohen, mittleren und niedrigen osmotischen Werten treten in jeder Frosthärtegruppe auf. Unter den frostharten F- und E-Sorten haben „Martin C. J. 4463“, „Ägyptischer“ und „Buffum“ sehr hohe, „Minhardi C. J. 5149“ und „Hard Winter“, dessen Name schon auf seine Winterfestigkeit hinweist, ausgesprochen tiefe osmotische Grenzwerte. Das gleiche Bild ist bei den mittelharten D- und C-Sorten zu erkennen. Hier fallen die Sorten „Rekord Nr. 5“, „Raeckes Stamm 211“ und „Roter Ultima Bart“ durch sehr hohe, die Sorten „v. Carons Quellweizen“, „Bieler Edelepp“, „Schilf“, „Lüneburger brauner Sandweizen“ und „Sperlings Sinslebener“ durch tiefe osmotische Grenzwerte auf. Das gegensätzliche osmotische Verhalten der annähernd gleich frostharten Sorten „Rekord Nr. 5“ und „Bieler Edelepp“ ist früher bereits (Abb. 5) zur Darstellung gekommen; in 0,8 molarer Zuckerlösung zeigt „Rekord Nr. 5“ volle, „Bieler Edelepp“ noch keine Keimung. Bei den wenig resistenten, auch im milden Winter 1949/50 teilweise erheblich ausgewinterten B- und A-Sorten finden wir bei Carstens „Dickkopf V“, „Blauer Winterkolben Dinkel“, „Rimpauß früher Bastard“ und „Vilmorin Blé de paix“ wieder hohe, bei „Janetzkis Großkorn“, „Bergers hellgelber Dickkopf“ und „Märquardts braunsp. Dickkopf“ tiefe Grenzwerte. Besonders wichtig ist die Feststellung, daß „Vilmorin Blé de paix“ als A-Sorte mit nur 16%iger Überwinterung in dem milden Winter 1950/51 einen beträchtlich höheren osmotischen Wert aufweist als der zu 100% überwinterte, als frostharte Standardsorte seit langem anerkannte „Minhardi C. J. 5149“, der einen auffallend niedrigen osmotischen Wert besitzt.

In den vorstehend besprochenen Versuchen von Tabelle 12 bzw. Abb. 11 war die Feststellung der osmotischen Werte bei 18°C erfolgt. In Zusammenhang mit den hierbei gemachten Feststellungen erscheint es angebracht, nochmals auf die Ergebnisse der im vorigen Abschnitt enthaltenen Versuche mit Keimungstemperaturen von +3°C hinzuweisen. Diese haben gezeigt, daß die Unterschiede der osmotischen Grenzwerte bei tiefen Keimungstemperaturen in vollem Umfang erhalten bleiben, hier sogar eher noch schärfer hervortreten. Die besonders frostharten Sorten „Minhardi C. J. 5149“ und „Hard Winter“ sind selbst nach 4 Wochen in 0,8 molarer Zuckerlösung nur vereinzelt zur Keimung gekommen, während die frostempfindlichen A- und B-Sorten „Blauer Winterkolben Dinkel“ und „Vilmorin Blé de paix“ gleichzeitig Keimungen von 100 bzw. 90% zeigten.

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß die osmotischen Werte keimender Körner Hinweise oder Rückschlüsse auf die Frosthärte der Weizenkörner nicht gestatten. Die abweichenden Befunde von

BUCHINGER (8), MAYR (19) u. a. sind rein zahlenmäßig viel zu schwach untermauert, um einwandfreie Schlüsse, insbesondere auch auf die Bedeutung der Herkunft von Standortsverhältnissen, Alter, Lagerung u. a. zu ermöglichen.

Wenn wir also auf Grund der erhaltenen Ergebnisse einen Zusammenhang zwischen osmotischem Verhalten während der Keimung und der spezifischen Frosthärte der Sorten ablehnen müssen, so wäre es andererseits gänzlich abwegig, hieraus irgendwelche Widersprüche zu den zahlreichen früheren Untersuchungen abzuleiten, die auf Zusammenhänge zwischen osmotischen Eigenschaften und Frosthärte hinweisen. Der in den Arbeiten von GASSNER und GRIMME (13), ÅKERMAN (1,2), ÅKERMAN und LINDBERG (3) erbrachte Nachweis höherer Zuckergehalte winterharter bzw. durch Kälte abgehärteter Getreidepflanzen muß auf eine gleichzeitige Erhöhung der osmotischen Werte hindeuten. Das gleiche gilt für die refraktometrischen Untersuchungen von LUEG (18), FUCHS (20) und MUDRA (22).

Aber alle diese Untersuchungen sind an älteren Pflanzen und Pflanzenteilen und nicht an keimenden Samen durchgeführt. Wir müssen also stärker als bisher zwischen keimenden Samen und mehr oder minder weit entwickelten, im Freien abgehärteten Pflanzen unterscheiden. Schon die von BALDE (4) und GASSNER und GOEZE (12) durchgeföhrten Untersuchungen an abgeschnittenen Koleoptilen unter verschiedenen Bedingungen aufgelaufenen Pflanzen ergaben ganz wesentliche Schwankungen und ließen keine klaren Beziehungen zwischen Zuckergehalt bzw. Refraktometerwerten und Frosthärte erkennen.

Wir müssen also davon ausgehen, daß keimende Samen ganz etwas anderes sind als ältere, frostgehärtete Pflanzen. Beziehungen zwischen osmotischem Verhalten keimender Samen und der späteren Frosthärte sind deshalb von vornherein gar nicht zu erwarten. Selbstverständlich können Beziehungen zwischen osmotischem Verhalten und Frosthärte auch bei Keimpflanzen vorliegen. Um diese zu erfassen, müssen wir aber zunächst einmal das Frostverhalten während der Keimung selbst kennen, was bisher nicht der Fall ist. Da quellende und ankeimende Samen durch Bodenfröste erfahrungsgemäß leicht abgetötet werden, müssen wir annehmen, daß sie recht frostempfindlich sind. Anlässlich von Versuchen mit anderer Fragestellung haben wir im letzten Jahr mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Weizensorten in der Weise durchgeführt, daß gequollene und angekeimte Körner von „v. Rümkers Sommerdickkopf“, „Strubes roter Schlanstedter S.-Weizen“, „Strubes Frühweizen“, „Strubes Dickkopf“ und von „Carsten V“ nach vorsichtiger Gewöhnung an Temperaturen um 0°C in Temperaturen von -4 bis -5°C übertragen wurden. Fast alle Körner bzw. Pflänzchen gingen hier zugrunde, ein Zeichen dafür, daß eine besondere Frosthärte nicht vorlag. Auf Sortenunterschiede wurde in diesen, wie schon gesagt, zu anderen Zwecken angesetzten Versuchen nicht geachtet; stark können sie nicht gewesen sein, sonst wären sie uns sicher aufgefallen. Wir erwähnen die vorstehenden Versuche auch nur deshalb hier, weil sie nochmals auf die Unterschiede zwischen keimenden Samen und älteren, im Freien herangewachsenen Pflanzen hinweisen.

Diese Unterschiede mahnen zur Vorsicht nicht nur bezüglich der aus den Versuchen gezogenen Schlüsse, sondern auch bezüglich der Fragestellung selbst.

Dürerreristenz von Weizensorten und osmotische Werte keimender Weizenkörner.

Das gleiche gilt auch für die Bestrebungen, aus dem osmotischen Verhalten keimender Getreidekörner auf die Eigenschaft der Dürerreristenz zu schließen. Zunächst einmal steht uns keine exakte Definition der Dürreeigenschaften zur Verfügung. Wie STOCKER (29) mit Recht betont, ist das Bild der Dürerreristenz noch völlig unübersichtlich. Aber selbst wenn wir einen besseren Einblick hätten, so würde doch ein Vergleich der bei der Keimung gefundenen osmotischen Werte keinen Hinweis auf die spätere Dürerreristenz gestatten, zumal selbst bei älteren Pflanzen nach STOCKER (29) und BARTHEL (5) keine eindeutigen Beziehungen zwischen Dürerreristenz und osmotischen Werten älterer Pflanzen vorzuliegen scheinen.

Es kann also aus verschiedenen Gründen nicht überraschen, daß ein Vergleich der gefundenen osmotischen Werte während der Keimung zur Dürerreristenz keinerlei Beziehungen erkennen läßt. Nach SCHEIBE und STÄFFELD (27) haben die „Kolben-Typen“ geringere Boden- und Wasseransprüche, sind also dürereristenter als die Bordeaux-Typen. In unseren Versuchen sind insgesamt 3 Kolben-Typen (Lohmanns Galizischer Kolben, Heines Kolben und Galizischer Kolben) zur Untersuchung gekommen; sie ergaben osmotische Grenzwerte von 0,90, 0,82 und 0,80 mol. Von den untersuchten Bordeaux-Weizen sind „Keßlers begr. Bordeaux“ und „Mettes roter Bordeaux“ geprüft, die osmotische Grenzwerte von 0,93 und 0,69 mol zeigten. Der von WICHMANN (33) als dürereristent angegebene Janetzkis frühe Sommerweizen hat in unseren Versuchen mit 0,67 mol einen auffallend tiefen osmotischen Wert, der von ISENBECK (16) als ausgesprochen dürreempfindlich bezeichnete „Hohenheimer 25 f“ allerdings mit 0,61 mol einen noch etwas tieferen Wert. Auf jeden Fall erscheint es auch bei der Beurteilung der Dürerreristenz zumindest sehr gewagt, das osmotische Verhalten während der Keimung zur Erscheinung der Dürerreristenz in Beziehung zu bringen.

Keimruhe und osmotischer Wert.

Die Keimruhe stellt ein typisches Sortenmerkmal dar, über das vor allem VOSS (32) in Zusammenhang mit der Auswuchsneigung berichtet. Die Annahme von NILSSON-EHLE (23), daß weißkörniger Weizen einen geringeren Keimverzug aufweist als rotkörniger, weil die rote Färbung des letzten mit dem Vorhandensein eines dickeren Samenhäutchens in Zusammenhang stehen soll, konnte von VOSS als nicht zutreffend nachgewiesen werden.

In der folgenden Tabelle 13 ist die durchschnittliche Keimdauer von 15 Winterweizensorten 5 Wochen nach der Ernte und in nachgereiftem Zustand in gleichzeitig laufenden Versuchen bei 18°C geprüft; die Ergebnisse sind mit den früher gefundenen osmotischen Grenzwerten in Vergleich gebracht.

Während die durchschnittliche Keimdauer der nachgereiften Samen zwischen 2,9 und 3,4 Tagen schwankt, geht sie bei einem Teil des 5 Wochen alten Saatgutes

Tabelle 13. Keimdauer von jungem, 5 Wochen altem Saatgut der Ernte 1950 und von voll nachgereiftem Saatgut der Ernte 1949 sowie osmotische Grenzwerte der betr. Sorten (aus Tab. 6).

Sorte	Keimdauer in Tagen		Osmotischer Grenzwert in mol
	altes Saatgut Ernte 1949	5 Wochen altes Saatgut Ernte 1950	
Rekord Nr. 5	2,9	3,2	0,93
Bl. Winterkolbendinkel	3,0	3,3	0,92
Buffum	3,0	2,9	0,91
Raeckes Stamm 211	3,0	3,3	0,91
Svalöfs Panzer III	3,0	3,2	0,89
Vilmorin Blé de paix	3,2	3,3	0,89
Janetzkis fr. Kreuzung	3,4	3,0	0,88
Rimpaufr. Bastard	3,1	3,0	0,88
Strubes Dickkopf	3,2	3,5	0,88
Salzmünder Standard	3,0	3,6	0,84
Svalöfs Svea I	3,1	3,6	0,82
Bieters Edelepp	3,1	3,8	0,82
Minhardi	3,0	5,4	0,81
v. Carons Quellweizen	3,2	5,7	0,81
Hard Winter	3,3	5,1	0,80

auf über 3,5 Tage bis auf 5,7 Tage herauf. Die in Tabelle 13 angeführten Sorten sind nach den früher gefundenen osmotischen Werten (Tab. 6) angeordnet. Der nähere Vergleich zeigt, daß die Körner von Sorten mit hohen osmotischen Grenzwerten 5 Wochen nach der Ernte voll nachgereift sind, denn sie zeigen die gleiche Keimdauer wie die nachgereiften. Mit fallenden osmotischen Werten wird der Keimprozeß immer mehr verzögert. Bei Werten von 0,84 bis 0,82 mol haben wir statt 3,0 bis 3,1 Tage der nachgereiften Samen eine durchschnittliche Keimdauer von 3,6 bis

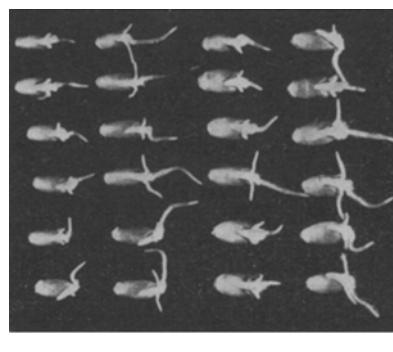


Abb. 12. Nachgereiftes Saatgut (Ernte 1949).

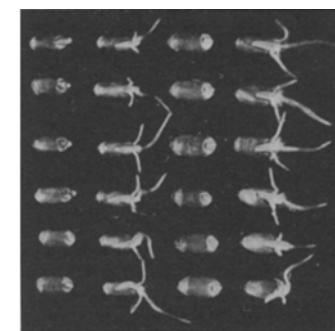


Abb. 13. 5 Wochen altes Saatgut der Ernte 1950.

Nr., Namen und osmotisches Verhalten der Sorten

- Nr. 1 Minhardi C. J. 5149 (0,81 mol)
- Nr. 2 Buffum (0,91 mol)
- Nr. 3 v. Carons Quellweizen (0,81 mol)
- Nr. 4 Rekord Nr. 5 (0,93 mol)

Abb. 12 und 13. Keimverhalten von 4 Weizensorten bei gleichzeitiger Versuchsdurchführung (Versuchsbeginn 2.9.1950).

3,8 Tage bei den 5 Wochen alten Körnern. Bei osmotischen Werten von 0,81 und 0,80 steigt dann die Keimdauer von 3,0 bis 3,3 auf 5,1 bis 5,7 Tage. Es liegt also offensichtlich eine Korrelation zwischen osmotischen Werten und dem Nachreifezustand vor: Sorten, die bei der Keimung hohe osmotische Werte haben, zeigen eine schnelle, Sorten mit tieferen osmotischen Werten

eine entsprechend verlangsamte Nachreife.

Im Laufe der nächsten Wochen verwischen sich natürlich die Unterschiede. 5 Wochen alter „Minhardi-Weizen“ hat eine durchschnittliche Keimdauer von 5,4, 10 Wochen alter von 3,3 und 15 Wochen alter von 3,0 Tagen, ist also völlig nachgereift, „v. Carons Quellweizen“ entsprechend von 5,7, 4,0 und 3,3 Tagen, alles bei einer gleichmäßigen Keimtemperatur von 18°C.

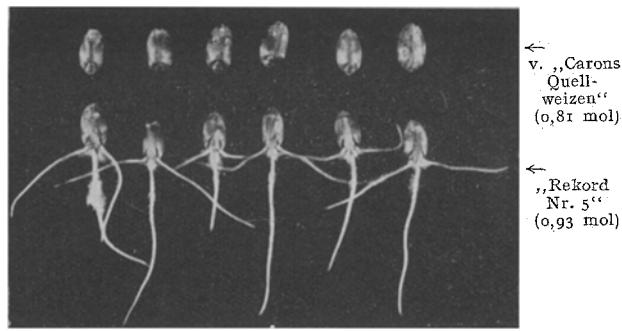


Abb. 14. Verschiedenes Keimverhalten von 2 osmotisch unterschiedlichen Weizensorten. Versuch mit 5 Wochen altem Saatgut der Ernte 1950. Körner 3 Tage auf feuchtem Filterpapier bei 27°C.

Die vorstehenden Darlegungen sollen noch durch einige Abbildungen des Keimverhaltens von Körnern verschiedener Nachreife ergänzt werden. Die Abbildungen 12 und 13 zeigen das Keimbild nach 3-tägiger Keimung auf Filterpapier bei 18°C. Während die Körner der Sorten 2 und 4 mit hohen osmotischen Werten bereits normal ausgekeimt sind, lassen die Sorten 1 und 3 mit tiefen osmotischen Werten noch keinen Beginn der Keimung erkennen.

Die Unterschiede zwischen nachgereiftem und nicht nachgereiftem Saatgut treten bei höheren Temperaturen besonders deutlich hervor. Der in Abb. 14 wiedergegebene Versuch ist bei 27°C durchgeführt. „v. Carons Quellweizen“ (0,81 mol) ist nach 3-tägigem Aufenthalt im Keimbett noch völlig in Ruhe, während „Rekord Nr. 5“ (0,93 mol) bereits lange Wurzeln und deutlich entwickelte Keimblätter zeigt.

Hauptergebnisse.

1. Durch ständige Belüftung ist es möglich, Getreidekörner in wäßrigen Lösungen zur normalen Keimung und Entwicklung zu bringen. Besonders gute und gleichmäßige Keimung in osmotisch wirksamen Lösungen wird dadurch erreicht, daß die Körner vorher bis zum „Spitzen“ in Wasser angequollen werden.

2. Osmotisch wirksame Lösungen bedingen Keimungsverzögerungen und Herabsetzungen der Keimprozente. Beides kommt in der Wertungszahl zum Ausdruck. Aus der Kurve der Wertungszahlen läßt sich die osmotische Grenzkonzentration ermitteln, oberhalb welcher keine Keimungen mehr auftreten. Für Weizensorten, deren osmotischer Grenzwert über 0,8 mol liegt, genügt es, die Wertungszahl bei dieser einen Konzentration zu bestimmen und hieraus den osmotischen Grenzwert abzuleiten.

3. Für eine größere Zahl von Sommer- und Winterweizen wurden die osmotischen Grenzwerte ermittelt. Diese weisen bei den Winterweizen mit 0,80 bis 0,93 mol wesentlich geringere Streuungen auf als die

Sommerweizen, bei denen die osmotischen Grenzwerte zwischen 0,61 und 0,93 mol liegen.

4. Die vorstehenden Werte sind durch Versuche bei Temperaturen von 18°C bestimmt. Keimversuche bei 27° brachten die gleichen Ergebnisse. Auch bei tiefen Keimtemperaturen (+3°C) bleiben die Sortenunterschiede in gleicher Richtung bestehen.

5. Das in dem trockenen und warmen Sommer 1948 geerntete Saatgut zeigt im allgemeinen etwas höhere osmotische Werte als das Saatgut aus den kühlen und feuchten Sommern 1949 und 1950. Die sortenspezifischen Unterschiede sind in allen Jahren in gleicher Weise festzustellen.

6. Zwischen osmotischen Grenzwerten keimender Samen und den Frosthärtegraden bzw. Überwinterungsprozenten der untersuchten Sorten ergaben sich keine Beziehungen. Das gleiche gilt für die Dürresistenz.

7. Soweit sich bisher sagen läßt, liegen dagegen Beziehungen zwischen osmotischen Grenzwerten und der Keimruhe vor. Sorten mit kurzer Keimruhe sind nach den bisherigen Beobachtungen ausnahmslos Sorten mit hohen osmotischen Grenzwerten und umgekehrt.

Literatur.

1. ÅKERMAN, Å.: Beiträge zu einer Analyse der Eigenschaft Winterfestigkeit beim Weizen. Beitr. z. landw. Pflanzenbau, Festschr. 1924, S. 147. — 2. ÅKERMAN, Å.: Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen. Lund 1927. — 3. ÅKERMAN u. LINDBERG: Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen nebst Untersuchungen über die Winterfestigkeit des Weizens. Lund 1927. — 4. BALDE, H.: Vergleichende chemische und refraktometrische Untersuchungen an Weizenkeimlingen unter Berücksichtigung der Frosthärtede der untersuchten Sorten. Angew. Bot. XII, X, 177 (1930). — 5. BARTHEL, A. T.: Einige physiologische Eigenschaften von 4 sich wahrscheinlich in ihrer Trockenresistenz unterscheidenden Frühjahrsweizensorten. Ber. ges. Biol. A, 64, 141 (1948). — 6. BERKNER u. SCHLIMM: Der Einfluß der Herkunft von Weizenkörnern auf ihre Keimenergie. Pflanzenbau 2, 545 (1929). — 7. BUCHINGER, A.: Ein neuer Keimapparat. Fortschr. Landwirtsch. 4, 192 (1927). — 8. BUCHINGER, A.: Saugkraftmessungen verschiedener Gerstensorten. Fortschr. Landwirtsch. 2, 344 (1927). — 9. EIBL, A.: Osmotische und Saugkraftmessungen an Kulturpflanzen. I u. II. Fortschr. Landwirtsch. 269, 661 (1926). — 10. FUCHS, W.: Weiteres zur Bestimmung der Kälteresistenz des Winterweizens durch indirekte Methoden. Wiss. Arch. Landwirtsch. A, 3, 692 (1930). — 11. GASSNER, G.: Biologische Grundlagen der Prüfung von Beizmitteln zur Steinbrandbekämpfung. Arb. Biol. R.-Anst. XI, 339 (1923). — 12. GASSNER u. GOEZE: Zur Frage der Frosthärtetestbestimmung durch refraktometrische Untersuchungen von Pflanzenpresssäften. Phytopatol. Z. IV, 387 (1932). — 13. GASSNER u. GRIMME: Beiträge zur Frage der Frosthärtede der Getreidepflanzen. Ber. dtsch. bot. Ges. 31, 507 (1913). — 14. GASSNER u. RABIEN: Über die Durchführung der Frosthärtetestprüfungen von Getreidezuchttämmen. Züchter 3, 297 (1931). — 15. HUEBER, F.: Untersuchungen über die Saugkraft verschiedener Roggen- und Weizensorten. Fortschr. Landwirtsch. 4, 97 (1929). — 16. ISENBECK, K.: Beobachtungen, Erfahrungen und Gedanken zur Dürresistenz des Weizens als Züchtungsproblem. Pflanzenbau 401 (1938). — 17. KONOFA, H.: Saugkraftmessungen an einigen Weizen- und Roggensorten. Fortschr. Landwirtsch. 5, 707 (1930). — 18. LUEG, H.: Die Bedeutung verschiedener Untersuchungen der relativen Winterfestigkeit von Weizensorten. Diss. Halle (1929). — 19. MAYR, E.: Abhängigkeit der Saugkraft und Keimgeschwindigkeit vom Alter des Saatgutes, dargestellt am Sommerweizen. Fortschr. Landwirtsch. 6, 485 (1931). —

20. MEYER, K.: Ein Beitrag zur Methodik der Saugkraftmessungen im Keimlingsstadium. J. Landwirtsch. 76 (1928). — 21. MEYER, K.: Die Einwirkung äußerer Wachstumsbedingungen auf das Keimverhalten von Getreide in Zuckerrösung. J. Landwirtsch. 77 (1929). — 22. MUDRA, A.: Zur Physiologie der Kälteresistenz des Winterweizens. Planta 18, 435 (1933). — 23. NILSSON-EHLÉ: Zur Kenntnis der mit der Keimungsphysiologie des Weizens in Zusammenhang stehenden inneren Faktoren. Z. Pflanzenernähr. u. Zücht. 2 (1914). — 24. PAMMER, F.: Zur Methodik der Saugkraftuntersuchung. Fortschr. Landwirtsch. 420 (1930). — 25. POP, G.: Saugkraftmessungen an rumänischen Weizensorten. Fortschr. Landwirtsch. 125 (1930). — 26. RATHSACK u. MEYER: Zur Methodik der Saugkraftmessungen mit Hilfe von Rohrzuckerlösungen. Fortschr. Landwirtsch. 505 (1929). — 27. SCHEIBE u. STAFFELD: Der Rohrzuckergehalt der Samen als ein Hinweis für den physiologisch-ökologischen Charakter der Getreidearten und -sorten. Fortschr. Landwirtsch. 364 (1931). — 28. SCHRATZ, E.: Die Keimprüfung in Zuckerrösung und ihre Bedeutung für die Sortenkunde. Züchter 4, 161 (1932). — 29. STOCKER, O.: Untersuchungen über die physiologischen Grundlagen der Dürresistenz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Forschungsdienst 16, 275 (1942) — 30. STRAIB, W.: Beiträge zur Kenntnis der Frosthärtete des Weizens. Züchter 17/18, 1 (1946). — 31. VOSS, J.: Keimungsphysiologische Untersuchungen an Weizensorten. Angew. Bot. XVI, 137 (1934). — 32. VOSS, J.: Untersuchungen über Keimruhe und Auswuchsneigung von Getreidesorten. Landwirtsch. Jb. 89, 202 (1939). — 33. WICHMANN, W.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Dürresistenz bei Sommerweizen und Hafer. Kühn-Arch. 56 (1942).

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Leipzig [Dir. Prof. Dr. Dr. O. Heinisch].)

Entwicklung und Bau des Rübenknäuels im Hinblick auf seine Zertrümmerungsfähigkeit und die Bedeutung des Zuchtzieles „Einzelfruchtigkeit“.

Von O. HEINISCH, M. L. KLAUSS und G. DARMER.

Mit 12 Textabbildungen.

Das Saatgut der Betarübe besteht aus einem knäuelartigen Fruchtstand, der gewöhnlich zwei bis vier, seltener mehr Samen umschließt. Bisweilen kommen auch Einzelfrüchte vor, die aus einzeln stehenden Blüten hervorgehen oder auf unterbliebene Befruchtung einer oder mehrerer Nachbarblüten zurückzuführen sind. Sie nehmen aber in der Regel nur einen ganz geringen Prozentsatz des Saatgutes ein. Auf derartige Vorkommen wurde schon vor Jahrzehnten von verschiedenen Autoren hingewiesen (FRUWIRTH, 2). Durch systematische Auslese konnten TOWNSEND und RITTUE (zitiert nach SCHNEIDER, 10) die Einzelfruchtigkeit auf über 75 % steigern.

Bei der Keimung im Saatbett entwickeln sich die aus einem Knäuel stammenden Pflänzchen in unmittelbarster Nachbarschaft (s. Abb. 1). Sie behindern sich

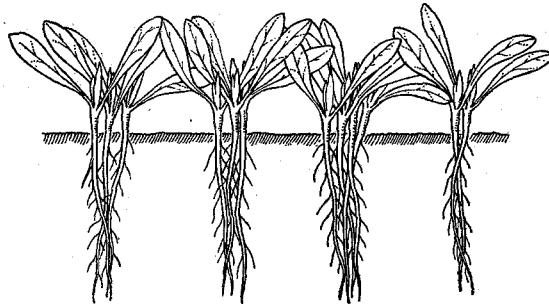


Abb. 1. Aus dem Knäuel gekeimte Rübensamen.

gegenseitig im Wachstum und konkurrieren hinsichtlich der Versorgung mit Nährstoffen, Wasser und Licht. Die gegenseitige Beschattung ruft Etiementsymptome hervor, die besonders an Zuckerrüben bei verspätetem Verziehen beträchtliche Schäden verursachen können. Jede Verzögerung des Verziehens, wie sie ja oft infolge regnerischer Witterung nicht völlig zu vermeiden ist, wird sich ungünstig auf Ertrag und Zuckergehalt auswirken.

In Erkenntnis dieser offensichtlichen Mängel hat schon Franz Carl ACHARD darauf hingewiesen, daß es vorteilhaft wäre, wenn man die Samen aus dem Knäuel auslösen und einzeln aussäen könnte. Aber erst mehr als ein Jahrhundert später ist man an die Lösung dieses Problems ernstlich herangetreten.

Während wir bei der Kulturform der Betarübe die Vereinigung von mehreren einsamigen Früchten zu einem knäuelartigen Fruchtstand als Nachteil empfinden, wird die Verkoppelung von Samen — nach MURBECK (6) als Synaptospermie bezeichnet — bei Wildpflanzenarten, die in Trockengebieten fortkommen sollen, als entwicklungsförderndes Merkmal betrachtet. THELLUNG (12) weist darauf hin, daß dieses Verhalten besonders günstig bei Pflanzen der Wüsten und Einöden sei, wo einzeln vorkommende Individuen schlecht oder gar nicht existenzfähig sind. Bei Fremdbefruchtern fehlt es unter solchen Umständen oft auch an Gelegenheit zur allein wirksamen Kreuzbestäubung. Die Synaptospermie wird demgemäß häufig unter den typischen Merkmalen der Wildpflanzen angeführt.

Um so bemerkenswerter ist es, daß einige Wildarten der Gattung *Beta*, z. B. *Beta lomatogona*, einzeln stehende Blüten und daher auch Einzelfrüchte aufweisen (SCHEIBE, 7; ZOSSIMOVITCH, 14). Eigene Auszählungen ergaben bei einer türkischen Herkunft von *Beta lomatogona* 97 % Einzelfrüchte, 2 % zweisamige und 1 % dreisamige Fruchtstände. Bei einem deutschen Nachbau aus Klein-Wanzleben waren 91 % einsamig, 6 % zweisamig und 3 % dreisamig. Durch Einkreuzung dieser Wildart in Kulturformen versuchte man die „Einsamigkeit“ der Wildrübe mit den wertbildenden Eigenschaften unserer Kulturrüben zu kombinieren. Nach Literaturberichten sollen in der Sowjetunion durch Einkreuzung von *Beta lomatogona* in Zuckerrübe schon beachtliche Erfolge erzielt worden sein.