

wird besprochen, inwieweit die Form vom cytogenetischen und züchterischen Standpunkt aus Interesse beansprucht.

#### Literatur.

1. SCHMIDT, M.: Kern- und Steinobst. In ROEMER-RUDORF, Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. V, 1—75 (1938). — 2. DARLINGTON, C. D.: Studies in *Prunus* I u. II. *Journal of Genetics*, 19, 213—256 (1928). — 3. DARLINGTON, C. D.: Studies in *Prunus* III. *Journal of Genetics*, 22, 65—93 (1930). — 4. THOMAS, P. T.: The aceto-car-

min method for fruit material. John Innes Horticult. Inst. Merton Park, London, Stain Technol. 15, 167—172 (1940). — 5. STRAUB, J.: Wege zur Polyploidie. Berlin 1941. — 6. NILSSON-EHLE, H.: Darstellung tetraploider Äpfel und ihre Bedeutung für die praktische Apfelzüchtung Schwedens. *Hereditas*, 24, 195—209 (1938). — 7. NILSSON-EHLE, H.: Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. *Hereditas* 21, 379—382 (1935). — 8. BERGSTRÖM, Ingrid: On the progeny of diploid  $\times$  triploid *Populus tremula* with special reference to the occurrence of tetraploidy. *Hereditas* 26, 191—201 (1940).

(Aus der Abteilung für Pflanzenkrankheiten und der Pflanzenzuchtstation des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle.)

## Grundlagen und Erfahrungen der Züchtung winterfester Weizen<sup>1</sup>.

Von JOHANNA BECKER, W. H. FUCHS und BRIGITTE JAPHA.

Mit 1 Textabbildung.

Die Auswinterungen in den strengen Wintern von 1939 bis 1942 haben gezeigt, daß die beachtlichen Erfolge der deutschen Winterweizenzüchtung in den letzten Jahrzehnten doch nicht allen Ansprüchen im deutschen Anbaugebiet entsprechen, und vor allem für die kontinentalen Gebiete keine hinreichende Ertragsicherung gewährleisten. Andererseits gab die Aufeinanderfolge strenger Winter eine seltene Gelegenheit zu umfassenden Beobachtungen über die Winterfestigkeitsfrage. Diese zusammenzufassen, ist die Aufgabe unseres Berichtes, um daraus die Folgerungen für die züchterische Praxis und die Durchführung von Anbauprüfungen zu ziehen, während bezüglich der Einzelfragen auf frühere Veröffentlichungen (2, 5, 6, 8, 9) verwiesen werden muß.

„Winterschäden“ sind bekanntlich das Ergebnis des Zusammenwirkens zahlreicher Einzelfaktoren, die sich zwar hauptsächlich aus dem Verlauf der Winterwitterung ergeben, aber auch durch Herbst- und Frühjahrswitterung, sowie durch zahlreiche anbautechnische Momente weitgehend abgewandelt werden können. Nur die eingehende Beobachtung aller Naturerscheinungen und ihre möglichst gründliche Analyse können infolgedessen dem Züchter klare und eindeutige Richtlinien für die züchterische Bearbeitung dieser schwierigen und trotz vieler Arbeiten durchaus nicht geklärten Probleme geben.

Daraus, daß jede krankhafte Leistungsminderung einerseits von Art, Stärke, Verlauf und Zeitpunkt der „Belastung“, andererseits von der auf Grund der erblichen Veranlagung entwickelten Reaktionsfähigkeit der Pflanze bestimmt ist, ergibt sich eine klare Gliederung unserer Betrachtung.

### A. Art und Verlauf der Belastung.

Um auftretende Winterschäden richtig zu verstehen, ist eine gründliche Kenntnis der einzelnen Belastungsfaktoren nötig. Wir unterscheiden:

1. Direkte Frostschäden,
2. Schneeschäden und
3. indirekte Frostschäden.

1. Als direkte Frostschäden fassen wir alle diejenigen zusammen, welche wesentlich durch die Einwirkung von Frosttemperaturen auf die Pflanze selbst ausgelöst werden, also

a) die Wirkung der Abkühlung und Eisbildung in den Zellen (reine Frostschäden),

b) die kombinierte Auswirkung von Frost und Austrocknung, bzw. Luftbewegung (Blachfrostschäden) und

c) die durch die häufigen oft täglichen Wechsel von Frost und Tauwetter verstärkten Schäden (Wechselfrostschäden). (Näheres vgl. 6, 7).

2. Die Schneeschäden sind noch wenig geklärt. Ihr Verlauf wird weitgehend durch die Beigleitumstände, vor allem die physikalische Beschaffenheit des Schnees abgewandelt. Dieser kann auf gefrorenem Boden in lockerer Lagerung ein trefflicher, die Pflanzen schützender Isolator, auf offenem Boden und vor allem bei kompakter Lagerung (Naßschnee, Harsch) ein gefährlicher Schadfaktor sein. Vor allem durch Luftabschluß fördert er bei relativ hohen Bodentemperaturen Erstickungsscheinungen, in deren Folge parasitäre Erscheinungen die völlige Vernichtung der Pflanzen bedingen (Schneeschimmel). Ob durch besonders hohe Schneedecken auch direkte Schneedruckschäden entstehen, wie die Praxis vielfach meint, ist noch nicht wissenschaftlich geklärt.

3. Als indirekte Frostschäden fassen wir alle jene frostbedingten Erscheinungen zusammen, die infolge der Frosteinwirkung auf den Boden die Pflanze zusätzlich schädigen, also insbesondere

a) die Eishautbildung an der Bodenoberfläche, der „Eisbrand“ nordischer Autoren, die durch plötzliches Erfrieren von Regenwasser u. ä. unmittelbar am Erdboden die Pflanze völlig vernichten kann und

b) die durch den Wechsel von Frost und Tauwetter bedingte mechanische Beanspruchung des Wurzelsystems (Auffrieren im eigentlichen Sinn) infolge von Veränderung des Bodengefüges. Die durch den Frost bedingte Lockerung des Bodens, die mit einer sehr erheblichen Hebung der Oberfläche verbunden ist, soll durch mechanische Drehung und Zerreißung des Wurzelsystems eine Vertrocknung der Pflanzen bedingen. Hierüber liegen wirklich einwandfreie Beobachtungen an Weizen unter mitteleuropäischen Verhältnissen nicht vor. JAPHA (8) konnte zwar gelegentlich Wurzelzerreißen feststellen, die aber in keiner Beziehung zum Grade der Auswinterung des Weizens standen. Bei relativ flacher Herbstbewurzelung kann dagegen manchmal eine lebensgefährliche Erschwerung der Wasserversorgung durch Unterbindung des

<sup>1</sup> Abgeschlossen Dezember 1944.

kapillaren Wassernachsches zwischen der wurzel-führenden Schicht und den tieferen Bodenteilen angenommen werden, ohne daß Wurzelschäden sichtbar werden. Ehe die Bedeutung des Auffrierens endgültig entschieden wird, müssen umfangreiche Beobachtungen an verschiedenartigen Böden gesammelt werden, da die Bodenhebung von den Eigenschaften des Bodens und seinem Kulturzustand weitgehend abhängt.

Die Stärke der Belastung, die nach Möglichkeit für jede Art der Schadwirkung getrennt erfaßt werden sollte, läßt sich aus den meteorologischen Stationsbeobachtungen nur sehr ungenau ablesen, denn

1. sind die Temperaturextreme und die täglichen Schwankungen in der boden- und pflanzennahen Schicht wesentlich größer, als in Stationshöhe, und hängen

2. weitgehend von Natur, Oberflächenbeschaffenheit und Neigung des Bodens ab, und werden

3. durch den Pflanzenbestand (Dichte, Oberflächenentwicklung) und etwaige Schneedecke stark verändert (7).

Da keine Regeln für die Unterschiede des Temperaturverlaufs im Bestand und den Stationsbeobachtungen bestehen, lassen sich diese auch nicht rechnerisch ausgleichen. Eingehende Beobachtungen über längere Zeiträume fehlen für Ackerkulturen noch weitgehend. Dem Landwirt sind vor allem in rauheren Lagen erhebliche Unterschiede in den Winterschäden selbst innerhalb eines Schlages infolge solcher mikroklimatischer Verschiedenheiten durchaus geläufig. Auf die Wirkung verschiedener Bodeneigung und Bearbeitung weist JAPHA (8) hin. Daß auch Struktur, Humuszustand und andere Bodeneigenschaften den Grad der Auswinterung wesentlich beeinflussen können, schließen BECKER (2) und PANSE (9) aus den erheblichen Unterschieden der Auswinterung auf den unter ähnlichen groß- und kleinklimatischen Verhältnissen liegenden Versuchsfeldern in Halle und Bad Lauchstädt.

Unter Verlauf der Belastung fassen wir die Geschwindigkeit des Eintretens und die Einwirkungsdauer schädigender Faktoren zusammen. Es ist bekannt, daß jede Störung um so gefährlicher wirkt, je rascher sie eintritt. Dies gilt ganz besonders bei mehrmaligem Wechsel von Schadfrost und Wärme (Wechselfrost ausgangs Winter oft schwerste Belastung!).

Mit der Einwirkungsdauer des Schadfaktors steigt jede Schädigung. Unterhalb eines gewissen Schwellenwertes kann das Produkt zwischen Stärke und Dauer der Belastung (Kälteprodukt, SCHWECHTEN 11) annähernd der Schädigungsgröße proportional sein, zumindest bei relativ reaktionsträgen Pflanzenteilen (Holztriebe). Bei krautigen Pflanzenteilen gilt diese Regel nur in grober Annäherung.

Der Zeitpunkt des Eintritts schädigender Bedingungen spielt insofern eine bedeutende Rolle, als sowohl der Entwicklungsgrad als auch der physiologische Zustand der Pflanzen (s. u.) die Empfindlichkeit der Pflanzen stark verändert (Frühjahrs- und Herbstfröste).

Die wirkliche „Belastung“ der Pflanzen an einem bestimmten Ort und in einem bestimmten Jahr beruht auf dem Zusammenspiel zahlreicher Faktoren, die aus den meteorologischen Stationsbeobachtungen nur sehr unvollkommen erkannt werden können. Hieraus ergibt sich:

1. Für eine exakte Analyse der Winterschäden ist eine eingehende Aufzeichnung der Witterungselemente im Bestand unerlässlich. Der Ausbau solcher mikroklimatischer Untersuchungen in landwirtschaftlichen

Kulturen ist für diese Analyse, aber auch für Anlage und Auswertung von Sortenprüfungen unerlässlich.

2. Eine besonders wichtige Forschungsaufgabe ist die Vertiefung der Kenntnisse über den Einfluß des Bodens (Humus, Wassergehalt, Struktur) auf die Winterschäden.

3. Da Stationsbeobachtungen für die Auswertung von Überwinterungsversuchen nur sehr bedingten Wert haben und nur ungefähr Zeitpunkt und Größe der Belastung angeben, brauchen Prüfungsberichte nicht mit umfangreichen Witterungstabellen belastet zu werden. Ein Schaubild über Temperaturverlauf, tägliche Temperaturschwankung und Niederschlag (Schneedecke) sagt dem Praktiker mehr. Noch geeigneter erscheint eine stichwortartige Kennzeichnung der hauptsächlichen Belastungs- und Abhärtungsperioden (vgl. Übersicht 2).

## B. Die Reaktionsfähigkeit der Pflanzen.

Die erbliche Reaktionsfähigkeit der einzelnen Arten und Sorten auf gleichartige Belastungen wird bekanntlich durch die Vegetationsbedingungen verändert, ja gewissermaßen erst ausgelöst. Die höchstmögliche Widerstandsfähigkeit gegen alle direkten Frost- und Austrocknungsschäden wird erzielt, wenn allmählich absinkende Temperatur (im Mittel +5° bis etwa +2°) bei guten Belichtungsverhältnissen eine Anreicherung von Zuckern durch die Assimilation (vgl. den exakten Beweis bei ANDERSON 1) ermöglicht. Der regelmäßige Wechsel etwas höherer Tages- und niedrigerer Nachttemperaturen ist dieser Abhärtung förderlich: je günstiger das Verhältnis zwischen assimilatorischer Leistung und Atmungsverlust ist, umso rascher wird die optimale Frosthärtete erreicht, wobei die günstigen Abhärtungsbedingungen wahrscheinlich für verschiedene Genotypen unterschiedlich liegen. Der allmähliche Wasserverlust bei den genannten Temperaturen und innere Veränderungen des Plasmas, die sich zusammen als Viskositätswanderungen messen lassen, erhöhen Abhärtungsfähigkeit und Resistenzgrad. Die stichwortartige Kennzeichnung der natürlichen Abhärtungsbedingungen ist zum Verständnis von Versuchsberichten daher nötig.

Alter und Entwicklungszustand der Pflanzen beeinflußt die Abhärtungsfähigkeit wenig, außer in gewissen besonders empfindlichen Stadien. Während der Keimung sind junge Gewebe abhärtungsfähiger als ausdifferenzierte, soweit diese nicht in einem Zustand verminderten Stoffwechsels (Winterruhe) eingegangen sind. Eine völlige Winterruhe, wie bei Gehölzen und perennierenden Dauerorganen, fehlt aber dem Rosettenstadium der Gräser. Es ist daher bei Eintritt besonderer Bedingungen eine Enthärtung und damit eine Zunahme der Frostempfindlichkeit möglich, die für Spätwinter- und Frühjahrsschäden besondere Bedeutung besitzt. Wir unterscheiden zweckmäßig zwischen stoffwechselbedingter und entwicklungsbedingter Enthärtung:

Stoffwechselbedingte Enthärtung setzt rasch unter dem Einfluß höherer Temperaturen wohl infolge verstärkter Atmung und allgemeiner Umsatzsteigerung ein und kann bis zu einem erheblichen Grade durch neuerliche Abhärtung ausgeglichen werden.

Entwicklungsbedingte Enthärtung beruht dagegen auf den tiefgreifenden Umstellungen der Reaktionsfähigkeit der Pflanze, die mit dem Übergang zur Schoßbereitschaft, also dem Eintritt in das blühfähige Stadium, verbunden ist (Keimpflanzestimmung oder Vernalisation). Diese Umstimmung tritt bekanntlich nach kürzerer oder längerer Einwirkung kühler Temperaturen, etwa in gleicher Höhe wie die Abhärtungstemperaturen auf. Da das blühwillige Entwicklungsstadium durch geringere Abhärtungsfähigkeit und damit höhere Frostempfindlichkeit ausgezeichnet ist, sinkt die Frosthärtete eines Genotyps um so früher, je rascher und vollständiger die Umstimmung vor sich geht. Leicht umstimmbare Sorten zeigen daher im Frühjahr eine auffällige Empfindlichkeit, selbst wenn sie im Keimlingsstadium erheblich resistent sind. Da in unserem Klima häufig die Spätwinter- und Frühjahrsschäden die Überwinterung entscheidend beeinflussen, hat es gelegentlich den Anschein, als ob „Winterfestigkeit“ und langsamer Eintritt der Schoßbereitschaft ursächlich miteinander verknüpft seien. In den letzten Jahren wurde daher mehrfach der Vorschlag gemacht, fehlende Überwinterungsbeobachtungen dadurch zu ergänzen oder gar zu ersetzen, daß entweder die Umstimmungsgeschwindigkeit im Vernalisationsversuch festgestellt oder das Verhalten der Sorten, die Geschwindigkeit des Eintrittes des Schossens nach Frühjahrssaat beobachtet wird. Rascher Eintritt der Schoßbereitschaft soll dann ein Anzeichen für geringe Winterfestigkeit, d. h. geringe Frosthärtete sein.

Gegen solche Theorien und ihre praktische Anwendung bestehen nach unseren Erfahrungen erhebliche Bedenken:

1. Zeigt die Beobachtung eines hinreichend großen Sortimentes, daß eine direkte Beziehung zwischen starker Schoßhemmung und bester Überwinterung nicht schlechthin bestehen. Übersicht I zeigt an Hand einiger Beispiele, daß sowohl frostharte Weizenformen relativ leicht zum Schossen gelangen, während umgekehrt auch ausgesprochen frostempfindliche Formen bei Sommersaat bzw. nach Vernalisation nur schwer zu schossen vermögen. Eine systematische Untersuchung dieser Frage erscheint daher unbedingt erforderlich, ehe Schoßbeobachtungen zur praktischen Beurteilung der Winterhärtete allgemein herangezogen werden können.

2. Steht aus verschiedenen Untersuchungen (vgl. 6) fest, daß die Umstimmungsgeschwindigkeit zweier Sorten derart verschieden sein kann, daß ihre relative Frosthärtete zumindest zeitweise verkehrt ist, so daß die anfangs frostfestere Sorte nach einer gewissen Umstimmung empfindlicher sein kann, als ihre Vergleichsorte. Daraus folgt, daß aus dem Verhalten der schossenden (oder schoßbereiten) Pflanze nicht auf ihre Reaktionsfähigkeit im Rosettenstadium geschlossen werden darf.

3. Spricht das in gewissen Kreuzungen zwischen Sommer- und Winterweizen recht häufige Auftreten transgressiver frostharter Winterformen gegen eine direkte und allgemeine ursächliche Beziehung zwischen Schoßbereitschaft und geringer Frosthärtete (Siehe unten).

Die genannten Beobachtungen lassen sich zwangsläufig erläutern, daß Schoßbereitschaft und Abhärtungsfähigkeit zwei selbständige Eigenschaften einer Sorte sind, die lediglich dadurch im Zusammenhang miteinander stehen, daß auch eine relativ hohe Abhärtungsfähigkeit durch raschen Eintritt der Schoßbereitschaft unwirksam gemacht wird, doch braucht an-

Übersicht I. Schoßdaten vernalisierter Winterweizen, die im Frühjahr 1943 ausgelegt waren, im Vergleich zur Überwinterung 1939—1942.

Sorte	geschoßt am	Überwinterung in Halle		
		1938/40 26. 3.	1940/41 24. 3.	1941/42 7. 4.
Hussar . . . .	4. 7.	—	2/3	4/5
Hâtif inversable .	28. 6.	5	—	—
Blé des Alliés .	28. 6.	4	—	—
Tenmarq . . . .	6. 7.	2	1/2	3/4
Jobred . . . .	11. 7.	2	0/1	3
Bon fermier . . .	6. 7.	5	4	—
Préparateur Etienne	11. 7.	4	3/4	5
Bankuti 118 . . .	12. 7.	5	3/4	5
Mediterranean . .	16. 7.	3/4	3	—
Institute agronomique . . . .	18. 7.	sehr wenig winterfest		
Ridit . . . .		2/3	0/1	3
Minturki . . . .	nicht	2/3	0/2	3
Bankuti 1014 . . .		4	2	5
Rimp. fr. Bastard	ge- schoßt	2	4	5
Ukraine ka . . .		3	0/1	2/3
Charlotte Strampelli		sehr wenig winterfest		

dererseits langes Beharren im Rosettenstadium ohne Umstimmung keine gute Überwinterung gewährleisten.

Daraus ergibt sich folgende Stellungnahme zu den oben genannten methodischen Vorschlägen: es fehlen die Grundlagen für allgemeine Schlüssefolgerungen aus Schoßbeobachtungen auf die Winterfestigkeit bzw. Frosthärtete. Es können sich jedoch aus solchen Beobachtungen gewisse Anhaltspunkte für die Überwinterung ergeben, unter der Voraussetzung, daß 1. das Verhalten der Sorten im Frühjahr für die Überwinterung entscheidend ist und 2. innerhalb eines Materials von relativ einheitlicher Frosthärtete die verschiedene Umstimmungsgeschwindigkeit das Verhalten der einzelnen Genotypen im Freiland bestimmt.

Offen muß dabei noch die Frage bleiben, wie die Schneempfindlichkeit durch die Umstimmung beeinflußt wird. Versuche müssen darüber entscheiden, ob die mit der Umstimmung einhergehende Aktivierung des Stoffwechsels nicht eine erhöhte Empfindlichkeit gegen Luftabschluß mit sich bringt. Ferner muß beachtet werden, daß infolge des Zusammenhangs zwischen Umstimmungsgeschwindigkeit und Frühreife, die züchterische Betonung schwer schossender Formen zu einer unbeabsichtigten einseitigen Auslese später Typen führen kann.

Die bisherigen Erfahrungen und physiologischen Untersuchungen über „Winterfestigkeit“ sind fast alle auf die Frage der Frosthärtete ausgerichtet. Über die Empfindlichkeit verschiedener Genotypen gegen die anderen Belastungarten liegen kaum exakte Unterlagen vor. Auch auf diesen methodisch schwierigen Gebieten sind weitere Untersuchungen dringend erforderlich und eingeleitet.

C. Die Analyse des Zusammenwirkens der einzelnen Belastungsfaktoren, die während eines Winters auf die Pflanzen einwirken, ermöglicht einerseits die Feststellung des Anteils der einzelnen Belastungsarten an den wirklichen Winterschäden, andererseits aber auch für die Züchtung grundlegende Beobachtungen der Reaktionsweise verschiedener Genotypen. Die Abfolge strenger Winter 1938—1942 bot zu solchen Beobachtungen reichlich

## Übersicht 2.

Jahr	Allgemeiner Witterungsverlauf	Schädigung
1928/1929	Nach guten Abhärtungsbedingungen zwei kurz aufeinanderfolgende Perioden sehr tiefer Temperatur, bei hoher, auf gefrorenem Boden gefallener Schneedecke, keine starken Frühjahrswechselfrösste.	durch Schnee stark gedämpfter Winterfrost
1932/33	Gute Abhärtung, zwei Perioden mittelstarken Frostes, deren erste anfangs keine, später knappe Schneedecke aufwies. März zahlreiche Frostnächte, bei starker Tagesschwankung.	mäßiger Frostschaden, starke Frühjahrsbelastung
1938/39	Schlechte Abhärtungsbedingungen.	durch Ostwind verschärfter Blachfrost im Dezember
1939/40	Gute Abhärtung, mittelstarker Winterfrost mit guter Schneelage. Nach einer Tauperiode mäßiger Frost bei starken Tagesschwankungen.	geringer Winter-, ausgeprägter Frühjahrschaden
1940/41	Schlechte Herbstentwicklung, plötzlicher anfangs schneereicher Frost nach einer Wärmeperiode. Lebhafte Wechselfrösste im Frühjahr.	mittlerer Winter- und starker Frühjahrschaden
1941/42	Jugendentwicklung durch Bodenfrösste gestört, dann scharfer Blachfrost, der erst spät durch Schnee gemildert wird. Außerordentliche Frühjahrsfrösste.	starker winterlicher Blachfrost und sehr starke Frühjahrschäden

Gelegenheit. Übersicht 2 stellt die Merkmale dieser und zweier anderer Winter gegenüber.

Beobachtete man nun die durchschnittliche Überwinterung eines großen Sortimentes in diesen Jahren, erkannte man deutlich, daß in den verschiedenen Wintern einzelne Sorten recht unterschiedlich reagierten

jahrsfrössten festgestellten Bestandesnoten. In Abb. 1 ist dagegen aufgezeigt, welcher Hundertsatz von Sorten eines Herkunftsgebietes in den verschiedenen Wintern gut und schlecht beurteilt wurde. Es handelt sich hierbei, infolge der ungleichen, im ganzen, geringen Zahl von Sorten, nur um erste Näherungswerte, die zu weiteren Arbeiten in dieser Richtung anregen sollen.

Es läßt sich aber bereits aus diesen, sowie früher mitgeteilten Daten eine gewisse Gruppierung der Weizensorten vornehmen, deren weitere Ergänzung und Verfeinerung Ziel weiterer Arbeit sein muß. Die von FUCHS (4), JAPHA (8) und PANSE (9) angelegte Gruppierung läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die ursprünglich aus genealogischen Gründen zu einer Gruppe zusammengefaßten nordamerikanischen, russischen und ungarischen Weizen zeigen in dieser Zusammenstellung, wie in den Untersuchungen von JAPHA, doch beachtliche Unterschiede. Die Spitzenstellung der altbekannten amerikanischen Sorten tritt wieder klar zutage, wenn auch ein Teil der neueren ziemlich winterfesten Sorten (*Sedwijk*, *Tenmarqu*) deutlich abfällt und gegen Frühjahrschäden etwas empfindlicher wird. Das leider recht kleine Sortiment russischer Sorten zeigt im

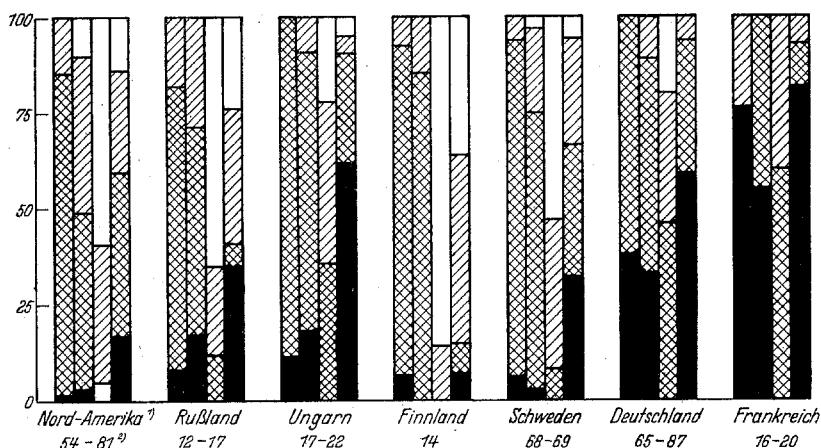


Abb. 1. Die Überwinterung von Weizen aus verschiedenen Gebieten.

In jedem Block folgen die Säulen für die Winter 1938/39, 39/40, 40/41 und 41/42 von links nach rechts.

■ (fest) völlig ausgewintert	1) Herkunftsgebiet
▨ stark geschädigt	2) Zahl der jährlich untersuchten Sorten
▨ erheblich geschädigt	
▨ unerheblich oder nicht geschädigt	

und offensichtlich die einen überdurchschnittlichen Schaden bei starker winterlicher Frostbelastung, andere dagegen deutlichen Schaden im Gefolge von Frühjahrsbelastung aufwiesen. Für die Züchtung bedeutsam ist es, (ohne auf weitere Einzelheiten hier einzugehen), daß sich derartige Unterschiede bei einer Zusammenfassung der Sorten nach Herkunftsgebieten deutlich erkennen lassen. JAPHA zeigte (8) dies bereits durch Gegenüberstellung der unmittelbar nach Abschluß der Winterperiode und der nach den Früh-

Mittel geringere Winterfestigkeit als die amerikanische Gruppe; die wenigen Beobachtungen legen aber die Vermutung nahe, daß hier eine Unterteilung in eine durchweg hochresistente (nordrussische) und eine gegen Frühjahrschäden empfindliche (südrussische) Gruppe nötig sein wird. Letztere leitet über zu der Mehrzahl der im Sortiment vertretenen ungarischen Sorten, die alle durch hohe Empfindlichkeit gegen Frühjahrsbelastungen auffallen; eine Ausnahme machen nur die alten Landsorten. Le-

der besitzen wir keine Unterlagen dafür, wie sich die Sorten des Balkangebietes verhalten; es erscheint uns aber wahrscheinlich, daß eine für den Südosten kennzeichnende Sortengruppe von erheblicher Empfindlichkeit gegen Frühjahrschäden besteht, während die mittel- und südostrussischen Sorten mit besonders hoher Resistenz zu den amerikanischen Typen überleiten.

Auch die nord-nordosteuropäische, skandinavisch-baltische Gruppe (4, 9) ist wohl zu unterteilen: unter den finnischen Landsorten und Auslesen finden sich zahlreiche Typen besonders hoher Winter- und Frühjahrsfestigkeit, die sogar die winterfestesten Amerikaner noch übertreffen (10), eine Gruppe, die gleichzeitig auch außerordentlich schneefest ist. Ihr sind wohl auch die estnischen Landweizen (9) zuzurechnen. Nordschwedische Landweizen schließen sich dieser finnisch-baltischen Gruppe an, während die südschwedischen Land- und Zuchtsorten mit völlig anderem Charakter eine eigene Gruppe kennzeichnen, deren Frost- und Schneefestigkeit bedeutend unter der der eigentlich nordischen Weizen steht.

Die auffallend geringe Winterfestigkeit west- und nordwesteuropäischer Weizen ist bekannt. Lediglich in den französischen Gebirgslagen finden sich Typen, die die Resistenz der mitteleuropäischen Weizen besitzen. Im deutschen Raum zeigt ein Teil der alten Landsorten eine erhebliche Winterfestigkeit, vereinzelt auch Frühjahrsfestigkeit, vor allem diejenigen in den Mittelgebirgslagen (z. B. roter sächsischer Landweizen, Soldiner, Frankensteiner) sowie Weizen aus dem Osten, die allerdings nur vereinzelt an die nord- und osteuropäischen Weizen der erstgenannten Gruppe heranreichen. Unter den älteren Zuchtsorten stechen die ostdeutschen hervor, die jedoch mit Ausnahme von *Sandomir* den außerordentlichen Belastungen des Winters 1941/1942 auch nicht gewachsen waren. Unter den neueren Sorten läßt sich eine Aufteilung schwer treffen, immerhin scheinen einige Züchtungen des Donauraumes eine erhebliche Frühjahrsempfindlichkeit, die ostpreußischen Züchtungen eine merkliche Frühjahrsresistenz aufzuweisen.

Diese vorläufig skizzierte Gliederung des von uns beobachteten Sortiments zeigt auffällige Beziehung zum durchschnittlichen Witterungscharakter des Entstehungsraumes der Sorten sowohl bei den Landsorten, als auch den Zuchtsorten und erweist den großen Einfluß natürlicher Auslese nicht nur auf die durchschnittliche Winterfestigkeit, sondern auch auf die Widerstandsfähigkeit gegen bestimmte Belastungsfaktoren. Eine derartige Analyse gibt dem Züchter Anhaltspunkte dafür, in welchen Ländersortimenten er Ausgangsformen für bestimmte Teilzuchziele suchen muß, um den besonderen klimatischen Anforderungen eines bestimmten Anbaugebietes gerecht zu werden. So weit bisher Vertreter der einzelnen Sortengruppen in die praktische Zuchtarbeit eingeschaltet wurden, entsprach das Verhalten der Kreuzungsnachkommen den oben geschilderten Eigenschaften (9). Leider wird die Verwendung zahlreicher hochwinterfester Sorten durch ihre sonstigen unerwünschten Eigenschaften oft eingeengt.

Es fehlen im allgemeinen noch ausreichende Erfahrungen darüber, inwieweit durch Kombination der Winterfestigkeitsfaktoren aus den verschiedenen Sortengruppen eine besondere Steigerung der Winterfestigkeit erzielt werden kann. Daß solche Transgressio-

nen möglich sind, ist einerseits aus der polyfaktoriellen Bedingtheit der „Winterfestigkeit“ zu erwarten und wird andererseits durch die praktischen Erfahrungen über ausgesprochene Transgressionen der Winterhärte in Sommer- und Winterweizenkreuzungen unter Beweis gestellt. Seit der Entwicklung des aus der Kreuzung *Panzer* × *Peragis* stammenden *Derenburger Silberweizen* (2), haben sich zahlreiche Beispiele dafür erbringen lassen, daß durch Einkreuzung bestimmter Sommerweizen nicht nur ein hoher Prozentsatz relativ winterharter Nachkommen, sondern sogar in manchen Kombinationen direkt eine Tendenz zum Auftreten von Transgressionen bezüglich der Winterhärte festgestellt werden kann (2, 6, 9). Zur Theorie dieser Erscheinung ist festzustellen:

1. Gewisse Sommerweizen zeigen im Keimplanzenstadium hohe Abhärtungsfähigkeit, die infolge des raschen Durchlaufens des ersten Entwicklungsstadiums praktisch nicht zur Geltung kommt (5). Es handelt sich einerseits um Weizen, wie *Reward* oder *Thatcher*, unter deren Vorfahren sich Winterweizen der frostharten amerikanischen Gruppe befinden, andererseits um Weizen südamerikanischer Herkunft (*Peragis*, *Lin Calel*), deren Abstammung nicht bekannt ist, die aber den Charakter von Wechselweizen besitzen und zum Teil überraschende Frosthärte im Keimlingsstadium aufweisen (5).

2. Da in den erfolgreichen Kreuzungen bisher Formen verschiedener Herkunftsgebiete vereinigt wurden liegt die Vermutung nahe, daß den einzelnen Formenkreisen verschiedene Faktoren innewohnen, so daß wie bei anderen Eigenschaften auch bezüglich der Winterfestigkeit die Kombination „entfernter Formen“ besondere Aussichten in sich birgt.

3. Da aus früher erläuterten Gründen höchste Winter- und Frühjahrsfestigkeit aus der Kombination von großer Abhärtungsfähigkeit und tiefer Winterruhe erwartet werden muß, kann die Kreuzung von Formen sehr unterschiedlichen Charakters besonders günstige Kombinationen mit sich bringen, wobei für jede dieser Eigenschaften mehrere Faktoren zusammengefügt werden können.

Ein systematisches Studium dieser Fragen erscheint dringend nötig. Ihre praktische Auswertung leidet erheblich unter der Schwierigkeit, daß die praktische Beobachtung der Winterfestigkeit zu unsicher, oft schwer analysierbare Ergebnisse, die Frosthärteprüfung im Laboratorium nur einseitig die Kältefestigkeit im eigentlichen Sinn aufzeigt. Diese Schwierigkeit kann nur überwunden werden, wenn einerseits die meteorologische und physiologische Analyse der Feldüberwinterungsversuche weiter ausgebaut und ferner eine zielsichere Methodik zur exakten Prüfung der neben dem eigentlichen Frost wirksamen Belastungsfaktoren entwickelt wird.

#### D. Prüfungsverfahren.

Für die praktisch sortenkundliche und züchterische Arbeit wird die ökologische Prüfung die wichtigsten Unterlagen erbringen. Daß ihr Ersatz durch Feststellung der Schoßbereitschaft nicht allgemein durchführbar ist, und außerordentlich kritische Einstellung verlangt, wurde bereits erwähnt. Ein gleiches gilt für die Versuche aus bestimmten Gestaltmerkmalen, vor allem des Wuchstyps und der Blattentwicklung im Jugendstadium, allgemeine Schlüsse auf die Winter-

festigkeit zu ziehen. Auch hier können Beziehungen bestehen, sei es, daß aufrechte Blätter stärker dem Wind exponiert und weniger durch Schnee geschützt sind, sei es, daß ein stark entwickelter Blattapparat infolge seiner Oberflächenentwicklung leicht bei Blachfrost zuviel Wasser verliert, oder aber infolge seiner größeren Masse unter Schnee früher erstickt. Soweit bei ähnlicher Frosthärté die genannten Faktoren die Überwinterung ausschlaggebend beeinflussen, können derartige morphologische Unterschiede dem Schaden parallel laufen; sie können versagen, aber ihre Brauchbarkeit muß dabei von Fall zu Fall bewiesen werden. Selbstverständlich kann dabei ausschließlich die Entwicklung von Herbstsaaten, nicht aber die von oft sich völlig anders entwickelnden Sommersaaten zum Vergleich herangezogen werden.

Da die Bedeutung des mechanischen Auffrierens (vgl. Abschn. A 3) für die Überwinterung zu wenig geklärt ist, kann über die Brauchbarkeit von Beobachtungen über Wurzelentwicklung, Wurzelbau und Dehnungsfestigkeit der Wurzeln für die Beurteilung von Empfindlichkeit gegen Wechselfrost und Frühjahrschäden noch kein Urteil gefällt werden. In Untersuchungen von JAPHA (8) haben sich im Gegensatz zu anderen Beobachtungen keine Beziehungen zwischen Wurzelaufbau und Winter- oder Frühjahrschäden ergeben.

So gibt es heute kein Verfahren, das dem Züchter unabhängig von ökologischen Anbauprüfungen während des Winters ein brauchbares Bild über den Gesamtkomplex „Winterfestigkeit“ gibt; jede Verallgemeinerung von positiven Ergebnissen dieser Art an einem beschränkten Material kann zu gefährlichen Fehlschlüssen führen.

Demgegenüber ist die laboratoriumsmäßige Frosthärtetestimmung zwar sicherer; da sie aber nur einen, unter unseren Klimaverhältnissen aber nicht immer ausschlaggebenden, Belastungsfaktor, nämlich die Frosthärté im ersten Jugendstadium erfaßt, ist sie nur als Vorauslesemethode für diesen Faktor brauchbar (hierzu vgl. 5). Im Interesse der praktischen Züchterarbeit ist daher ein planmäßiger Ausbau und eine gründliche wissenschaftliche Durcharbeitung der ökologischen Anbauprüfung erforderlich. Diese wird wohl nur selten zur Auslese winterfester Formen in größerem Umfang außerhalb des Zuchtbetriebes eingesetzt werden können, sondern meist derart vor sich gehen, daß eine größere Zahl aussichtsreicher Elitennachkommenschaften unter möglichst verschiedenartiger Überwinterungsbedingungen auf ihre Brauchbarkeit und ihre besonderen Eigenschaften geprüft werden. Hierzu ist es nötig, ein Netz von Prüfungsstationen anzulegen, das den besonderen Belastungsformen verschiedener Klimaräume und verschiedener Jahre gerecht wird. Eine genaue mikroklimatische Analyse der Prüfstellen sollte hier noch bessere Voraussetzungen schaffen, insbesondere in der Richtung, daß auch innerhalb eines einheitlichen großklimatischen Standortes auf relativ engem Raum nur durch Geländegestaltung (Exposition) und Mikroklima unterschiedene Prüffelder angelegt werden können, die eine intensive Beobachtung erleichtern. Anlage und Auswertung solcher Prüfungen beruht heute im wesentlichen auf empirischen Grundlagen. Eine systematische Durcharbeitung wäre vor allem nach folgenden Richtungen erwünscht:

1. Feststellung der Mindestpflanzenzahl je Parzelle, die ein statistisch sicheres Ergebnis gewährleistet, da gerade die Überwinterung der Einzelpflanze weitgehend von ihrem Gesundheitszustand abhängt und so eine erhebliche individuelle Variabilität aufweist.

2. Anzahl und Verteilung der Vergleichsteilstücke und Maßparzellen in Abhängigkeit von der Lage und Beschaffenheit des Prüffeldes. Für genauere Feststellungen müssen immer mehrere Maßsorten von verschiedenartiger Reaktion auf die wesentlichen Belastungsarten eingeschaltet werden und zwar so, daß alle Prüfungsparzellen damit in Vergleich gesetzt werden können.

3. Unterschiede in der Wirkung gleicher Belastungen auf gedrillte und in weiten Abständen ausgelegte Bestände. Unsere Erfahrungen gehen dahin, daß gedrillte Parzellen weniger geschädigt werden, als die genauer zu beobachtenden kornweise ausgelegten! Zu weiter Stand kann vermutlich eine übermäßige und vielleicht den natürlichen Bestandsverhältnissen nicht entsprechende Belastung mit sich bringen, die durch den kräftigeren Wuchs der Einzelpflanze nicht im gleichen Maße kompensiert wird.

Für die Auswertung derartiger Prüfungen ist es neben der oben geforderten Analyse des Belastungsverlaufes erwünscht, nicht allein die Überwinterung am Ende aller Belastungsperioden festzustellen, sondern auch durch Zwischenbeurteilungen nach jeder charakteristischen Belastungsperiode die unterschiedliche Reaktionsfähigkeit verschiedener Sorten usw. zu erkennen. Dies vertieft einerseits unsere Kenntnis in den oben aufgeworfenen zu wenig geklärten Fragen, und ergibt für den Züchter besondere Hinweise einmal auf die Anbauwürdigkeit einzelner Formen in bestimmten Gebieten, zum andern auf den besonderen Erbwert des Ausgangsmaterials der Züchtung.

Mit diesen Hinweisen auf die weiteren Forschungsaufgaben wird der aktuelle Wert der Anbauprüfungen nicht gemindert, vielmehr war es unser Bestreben, unter Mitteilung einzelner gelegentlich gesammelter Erfahrungen einerseits den Stand unserer praktisch auswertbaren Kenntnisse zu umreißen, um die kritische Auswertung laufender Versuche zu fördern und gleichzeitig die offenen Fragen herauszustellen, deren Bearbeitung eine weitere Klärung des solange bearbeiteten und doch in vielen Punkten unklaren Komplexes „Winterfestigkeit“ fördern kann.

#### Literatur.

1. ANDERSSON, GÖSTA: Dissertation Lund (1943). —
2. BECKER, J.: Arbeitsweise und Erfolge der Weizenzüchtung an der Pflanzenzuchtstation Halle. Kühnarchiv **60**, 369—401 (1943/44). —
3. FUCHS, W. H.: Beiträge zur Züchtung kältefester Weizen. Z. Pflanzenzüchtung **19** (1943). —
4. FUCHS, W. H.: Weiteres zur Bestimmung der Kälteresistenz des Winterweizens mit indirekten Methoden. Wiss. Archiv f. Pflanzenbau **3** (1939). —
5. FUCHS, W. H.: Physiologische Methoden in der Pflanzenzüchtung. Kühnarchiv **60**, 288—214 (1943/44). —
6. FUCHS, W. H. u. K. v. ROSENSTIEL: Physiologische Resistenz. Handb. d. Pflanzenzüchtung, Bd. 1. P. Parey, Berlin (1939). —
7. GEIGER, H.: Klima der bodennahen Luftsicht. II. Aufl. Vieweg, Braunschweig (1942). —
8. JAPHA, B.: Studien über Frühjahrschäden bei Winterweizen. Kühnarchiv **60**, 429—439 (1943/44). —
9. PANSE, E.: Die züchterischen Grundlagen zur Steigerung der Winterfestigkeit bei Weizen. Kühnarchiv **60**, 402—428 (1943/44). —
10. PESOLA, V.: Über die Winterfestigkeit von Winterweizensorten. Die Staatliche Versuchstätigkeit **65**. Helsinki 1934. —
11. SCHWECHTEN, A.: Untersuchungen über die Kältefestigkeit von Obstunterlagen. Gartenbauwissenschaft **9**, 575—616 (1935).