

KÄLTERESISTENZ DES WEIZENS IM KOLEOPTILENSTADIUM¹⁾

Für die Züchtung von Kulturpflanzen ist neben der Erhöhung des Ertrages seine Sicherheit von Bedeutung. Sie wird bei Getreide u. a. durch Winterfestigkeit und Dürre-resistenz bedingt. So kann es beim Auftreten extremer Außenfaktoren zu beträchtlichen Ertragsminderungen kommen. Als Beispiel sei angeführt, daß infolge des strengen Winters 1953/54 in der Bundesrepublik 25,6% der Winterweizenanbaufläche umgebrochen werden mußten, da die Pflanzenbestände mehr oder weniger ausgewintert, d. h. abgestorben waren. Demnach besitzen die Weizensorten noch keine ausreichende Winterfestigkeit. Sie bedeutet das Überdauern ungünstiger Außenfaktoren wie tiefe Temperaturen, Dürre, Befall durch Krankheitserreger u. a. während des Winters und Frühjahres.

Einer erfolgreichen Bearbeitung des Zuchtzieles „Winterfestigkeit“ treten aber Schwierigkeiten entgegen, die besonders auf der komplexen Natur dieser Eigenschaft (und der selbst wieder polyfaktoriellen Vererbung der Teile, aus denen sie sich zusammensetzt) beruhen: Je nach den dominierenden Außeneinflüssen wird also die relative (= Sorten-)Winterfestigkeit in aufeinanderfolgenden Jahren und an mehreren Standorten während eines Winters sehr unterschiedlich sein.

Bestimmung der relativen Winterfestigkeit

Für ihre Bestimmung ergibt sich aus dem Vorstehenden, daß sie an mehreren Standorten und möglichst in verschiedenen Jahren festgestellt werden muß, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Da aber beträchtliche Auswinterungen in Mitteleuropa keinesfalls jedes Jahr vorkommen, wurde nach anderen direkten¹⁾ Methoden gesucht, die es gestatten, die Winterbedingungen zu verstärken bzw. künstliche Kälte anzuwenden.

So sind Pflanzen in hochgestellten Kästen, die vor Schneebedeckung geschützt werden, verschärften Umwelteinflüssen ausgesetzt. Hier kommen zumindest in Gebirgslagen jedes Jahr Schäden vor.

Alle folgenden Methoden basieren auf dem Vorhandensein einer engen Korrelation zwischen der relativen Winterfestigkeit und der Kälteresistenz, die somit der wichtigste Faktor jener Eigenschaft ist und als Ertragen niedriger Temperaturen definiert werden kann.

Nach Vernalisation, d. h. mehr oder weniger langem Aufenthalt angequollenen Saatgutes oder junger Pflanzen bei Temperaturen um +1° C (für Getreide) zwecks Blühbeschleunigung, wird die Kälteresistenz und damit auch die Winterfestigkeit reduziert (vgl. unten). Wenn also Getreidekörner (Karyopsen) vor der Herbstsaat ungefähr +1° C

ausgesetzt werden, tritt auch in nicht sehr strengen Wintern starke Schädigung der Pflanzen ein.

Beschränkt man sich auf die Bestimmung der relativen Kälteresistenz allein, dann ist wie folgt zu verfahren: Die Pflanzen werden im Herbst auf dem Feld oder im Gewächshaus bei höheren Tempera-

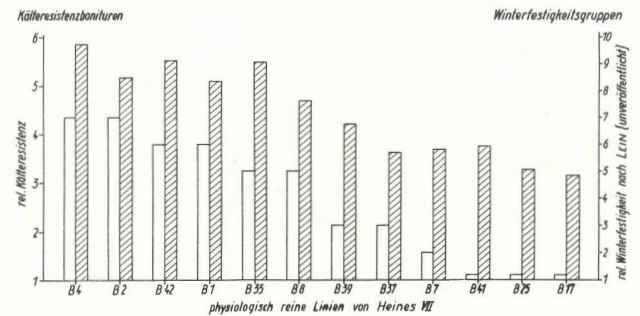


Bild 1: Die relative Kälteresistenz von physiologisch reinen Linien der Sorte Heines VII im Koleptilenstadium (schraffiert) und ihre relative Winterfestigkeit im 3- bis 4-Blattstadium (nicht schraffiert) nach LEIN (unveröffentlicht).

turen angezogen und künstlicher Kälte unterworfen.

Für den Züchter ist es wichtig, Methoden zur Hand zu haben, mit deren Hilfe die Winterfestigkeit in kurzer Zeit bestimmt werden kann. Die oben genannten Verfahren, die nach abnehmender Prüfdauer geordnet sind, benötigen aber mindestens mehrere Monate bis ein Jahr.

In eigenen Versuchen war nun zu prüfen, ob eine weitere Verkürzung der Bestimmung der relativen Kälteresistenz möglich ist. Ausgehend von den Befunden, die GASSNER und GRIMME (1) und HÄNSEL (2) an allerdings nur jeweils zwei extremen Sorten feststellten, wurden nicht wie bisher Pflanzen mit 3 bis 4 Blättern, sondern bereits solche im Koleptilenstadium²⁾ verwandt. Es ergab sich eine ausreichend gute Übereinstimmung mit der relativen Winterfestigkeit (Bild 1).

Methodisch wird dabei folgendermaßen verfahren: Es ist Saatgut einer Herkunft zu verwenden, dessen Gewinnung, eventuell erforderliche Trocknung und Lagerung unter gleichen Bedingungen erfolgt sein müssen. Die Karyopsen werden auf eine annähernd gleiche mittlere Größe ausgelesen. Danach sind 100 unverletzte Körner 2 Stunden bei Zimmertemperatur und Dunkelheit in Leitungswasser anzuzugeln und auf feuchten Quarzsand (auf 1 kg = 110 ccm Wasser) unter den gleichen Umweltbedingungen zur Keimung auszulegen, und zwar grundsätzlich die einzelnen Glieder eines Versuches in einer größeren Schale mit Deckel. Nach 3 Tagen werden 30 Keimpflanzen mit 5 ± 1 mm langen Koleptilen ausgewählt und in die gleichen Gefäße (Bild 2) zur Abhärtung bei ± 0° C und Langtag (16-Stunden-Tag) übertragen, da hier im 16-Stun-

²⁾ Das sind Gramineen-Keimpflanzen, bei denen das 1. Blatt die Koleoptile (= Keimscheide) noch nicht durchbrochen hat.

^{*)} Ausführliche Veröffentlichung erfolgt in Form einer Dissertation.

¹⁾ Hier wird im Gegensatz zu den indirekten Methoden, bei denen Zuckergehalt, elektrische Leitfähigkeit u. a. zu bestimmen sind, natürliche oder künstliche Kälte angewandt.

den-Tag (mit Osram HNI 202-Leuchtstoffröhren) optimale Kälteresistenz erzielt wird. Nach weiteren 3 Tagen erfolgt eine Nachauslese von Keimpflanzen mit 5 ± 1 mm langen Koleoptilen. Jeweils 25 Keimpflanzen kommen dann 24 Stunden in $-5,7^{\circ}\text{C}$ und Dunkelheit. Es schließt sich langsames Auftauen an (1 Tag bei $\pm 0^{\circ}\text{C}$ und Dunkelheit). Danach werden die Keimpflanzen in Tontöpfe mit Komposterde pikiert und 14 Tage bei ungefähr $+20^{\circ}\text{C}$ und Normaltag im Gewächshaus aufgestellt. Bonitiert wird jede einzelne Pflanze nach 1 bis 6 (1 = abgestorben, 6 = ungeschädigt, 2–5 = Übergangsstadien; vgl. Bild 3). Testet man unbekannte Zuchtstämme, so ist es erforderlich, in jeder Schale (Versuchsserie) mindestens 3 in ihrer Winterfestigkeit bekannte, aber unterschiedliche Sorten mitzuprüfen. Es ist demnach möglich, die relative Kälteresistenz und damit auch Winterfestigkeit bereits innerhalb von drei Wochen zu bestimmen.

Kälteresistenz und Vernalisation

VASILJEV (6) stellte als erster fest, daß die Vernalisation die Kälteresistenz reduziert, und zwar je länger die Vernalisationsdauer, desto niedriger die Kälteresistenz. Als Ursache hierfür wird allgemein die Beseitigung der Schoßhemmung und damit zunehmende Blühreife angesehen (erstmalig KUPERMAN und ZADONČEV [4]). Nach HÄNSEL (2) soll hingegen die Schädigung der Keimwurzeln zum Teil verantwortlich sein.

Zwecks Klärung dieser unterschiedlichen Angaben wurden wieder Weizenkeimpflanzen im Koleoptilenstadium herangezogen. Dabei stellte sich heraus, daß die Kälteresistenzreduktion ursächlich nicht mit der Vernalisation verbunden ist. Somit kann auch nicht die zunehmende Blühreife für die Herabsetzung verantwortlich gemacht werden. Das geht aus folgenden Ergebnissen hervor:

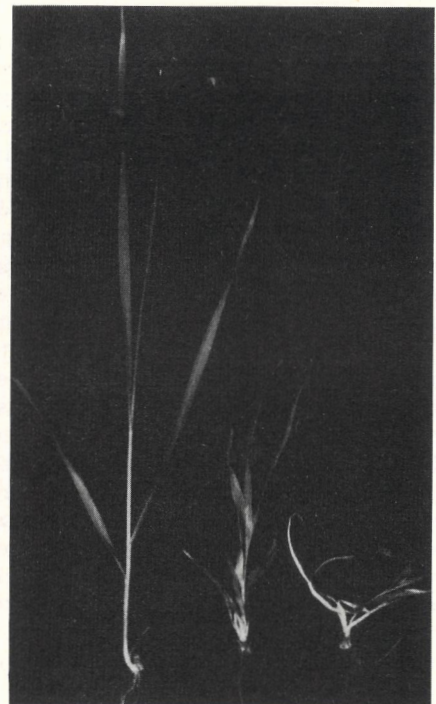
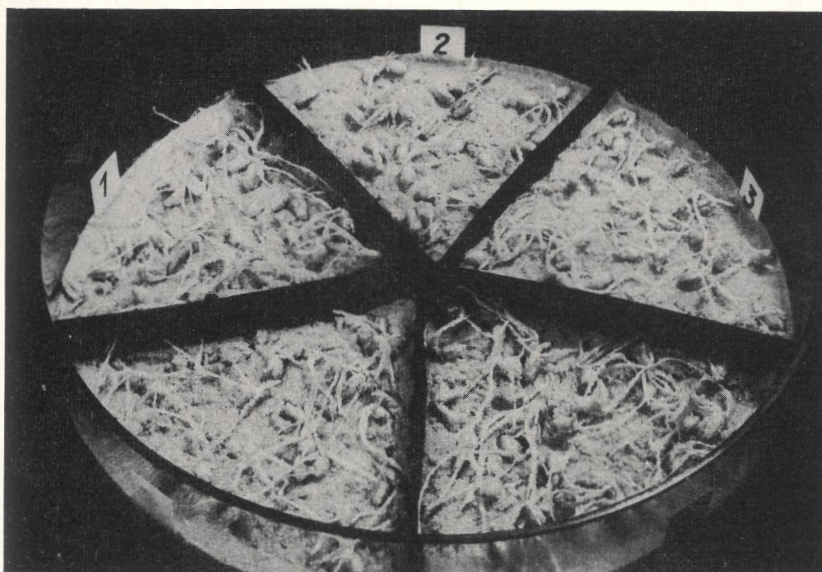
Bild 2 unten: Anordnung der Glieder (Winterweizensorten 1–5) eines Versuches in einer Glasschale für die Bestimmung der relativen Kälteresistenz. Keimpflanzen nach 3tägiger Ankeimung und Auswahl auf 5 ± 1 mm lange Koleoptilen.

Bild 3 rechts: Wachstumszustand von Pflanzen des Winterweizens „Strubes Früh“ nach Kälteexposition (1 Tag bei $-5,7^{\circ}\text{C}$) im Koleoptilenstadium und anschließendem 14tägigem Aufenthalt im Gewächshaus bei ungefähr $+20^{\circ}\text{C}$ und Normaltag (Boniturwerte der Pflanzen: links = 6, Mitte = 4, rechts = 3).

1. Die Kälteresistenz wird bei einem Sommerweizen ohne jedes Kältebedürfnis (= Dauer der Vernalisation, um frühzeitiges und gleichmäßiges Schossen zu erzielen) herabgesetzt (Bild 4), wie bereits HOFFMANN (3) und RUDOLF (5) bei 3- bis 4blättrigen Getreidepflanzen festgestellt hatten.
2. Die Kälteresistenzreduktion setzt sich, selbst nach Befriedigung des Kältebedürfnisses, bis zu einer Vernalisationsdauer von 150 Tagen fort.
3. Minustemperaturen (-6°C), die bei deutschen Winterweizen nicht mehr vernalisierend wirken, verursachen ebenfalls eine Herabsetzung der Kälteresistenz.
4. Winterweizen, die nach 30tägiger Vernalisation durch hohe Temperaturen ($+25^{\circ}\text{C}$) kurzer Dauer (2 Tage) partiell devernalisiert (= Rückgängigmachung der Vernalisationswirkung) werden, zeigen nach Wiederhärtung (= Abhärtung nach Enthärtung) keinen Anstieg der Kälteresistenz.

Im Hinblick auf die Feststellung der wirklichen Ursachen der Kälteresistenzreduktion zeigte sich, daß diese nach Einwirkung höherer Temperaturen, selbst bei Berücksichtigung eines zunehmend schwächeren Vernalisationseffektes, wesentlich geringer wird (Bild 5). So bewirkt 30tägige Exposition bei $+7^{\circ}$ und $+12^{\circ}\text{C}$ keine Kälteresistenzminderung mehr. Daraus ergibt sich, daß die Reduktion der Kälteresistenz nach Vernalisation wahrscheinlich auf einer Schädigung der Gesamtpflanze durch die niedrigen Temperaturen beruht, also ein reiner Kälteexpositionseffekt ist.

Ob noch eine gewisse entwicklungsphysiologische Abhängigkeit der Kälteresistenz unter natürlichen Verhältnissen auftritt, können allerdings erst Ver-



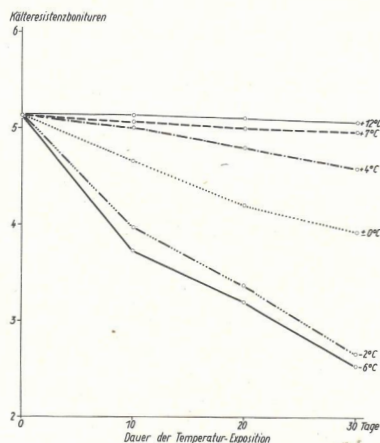
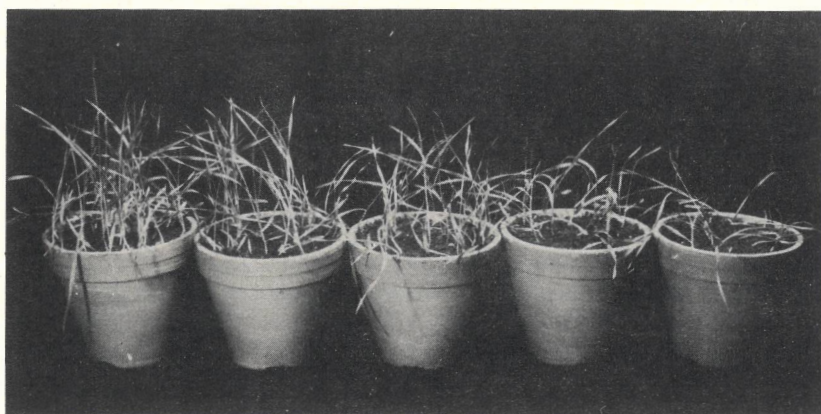


Bild 4: Einfluß der Temperatur-Exposition (−6, −2, ±0, +4, +7, +12° C) verschiedener Dauer auf die Kälteresistenz im Koleoptilenstadium von Carstens Dickkopf V.



0 15 30 45 60 Tage
Vernalisationsdauer

Bild 5: Wachstumszustand von Pflanzen des Sommerweizens Koga II (ohne Kältebedürfnis) nach Saatgut-Vernalisation verschiedener Dauer, Kälteexposition (1 Tag bei −5,7° C) im Koleoptilenstadium und anschließendem Gewächshaus-Aufenthalt bei ungefähr +20° C und Normaltag.

suche in Klimakammern unter konstanten Winterbedingungen zeigen, bei denen Pflanzen mit 3 bis 4 Blättern verwendet werden müßten.

Schrifttumsnachweis

- GASSNER, G., u. C. GRIMME: Beiträge zur Frage der Frosthärte der Getreidepflanzen. Ber. dtsh. bot. Ges. 31 (1913), S. 507—516.
- HÄNSEL, H.: Beobachtungen über die Wirkung der Kälte auf die Keimwurzeln von Wintergetreide (mit besonderer Berücksichtigung des Vernalisationsverfahrens). Bodenkultur 6 (1952), S. 152—162.
- HOFFMANN, W.: Die Winterfestigkeit keimgestimmter Gersten. Züchter 9 (1937), S. 281—284.
- KUPERMAN, F. M., u. A. I. ZADONČEV: Zur Analyse der Untergangsursachen der Wintersaat in der Ukraine 1931/32 und 1933/34. Trudy prikl. Bot. i pr. III, 6 (1935), S. 97—120 (Russ.). Zit. nach Ref. v. H. v. RATHLEF: Ber. wiss. Biol. 39 (1936), S. 109—110.
- RUDOLF, W.: Keimstimmung und Photoperiode in ihrer Bedeutung für die Kälteresistenz (I. Mitteilung). Züchter 10 (1938), S. 238—246.
- VASILJEV, I. M.: Yarovization of winter varieties and frost resistance. C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, N. S. 1934, IV, S. 158—161 u. russ. Text m. engl.-russ. Tab. S. 154—157.

Fritz Weise, Institut für Grünlandwirtschaft

SIND WEIDEERTRÄGE WITTERUNGSABHÄNGIG?

Der extreme Witterungsverlauf des Jahres 1954 gab uns Veranlassung zur Untersuchung der Frage, ob die Ertragshöhe von Dauerweiden in gleichem Maße von Witterungseinflüssen beeinflusst wird wie dies beim Ackerbau der Fall ist. Diese Frage war weder empirisch noch von wenigen augenscheinlichen Fällen her zu beantworten. Wir wissen aus pflanzensoziologischen Betrachtungen, daß der Einfluß der Bewirtschaftung die Bestände von Dauerweiden sehr stark zu uniformieren vermag und alle natürlichen Einflüsse des Standortes und des Klimas dabei weitgehend überdeckt werden können. Die Annahme, daß auch ein außergewöhnlicher Witterungsablauf durch die Bewirtschaftung ausgeglichen oder abgefangen werden kann, war danach durchaus berechtigt. Um die Frage jedoch objektiv zu klären, verglichen wir die Ertragsergebnisse all jener Betriebe miteinander, die sowohl 1953 als auch 1954 in der Weideertragsermittlung standen. Dabei empfahl es sich von vornherein, süd- und norddeutsche Betriebe getrennt voneinander zu behandeln, da nicht nur der fragliche Faktor, das „Wetter“, sondern auch die unterschiedliche Betriebsstruktur zu abweichenden Er-

gebnissen führen mußten. So wurden jeweils 55 süddeutsche Betriebe aus Baden-Württemberg und Bayern und 117 norddeutsche Betriebe aus Schleswig-Holstein und Niedersachsen statistisch zusammengefaßt und untersucht. Das Ergebnis enthält

Übersicht 1	Norddeutsche Betriebe		Süddeutsche Betriebe	
	1953	1954	1953	1954
Jahr				
Ø Betriebsgröße, ha	34.8		18.4	
Grünlandanteil, % LN	43.0		47.9	
Ertrag kStE/ha	3013	2949	3473	3641
Dauer der Weidezeit, Tge.	159	157	148	146
Besatzdichte dz/ha	204	215	328	344
Düngung kg/ha: N	59	66	49	54
P	72	73	65	65
K	121	123	75	73

Die Intensität der Bewirtschaftung wird am besten durch die Anzahl der Weidetage und die Höhe der Besatzdichte charakterisiert. Die Düngung spielt nur mittelbar eine Rolle, insofern als selbst ein hoher Düngeraufwand wirkungslos verpufft, wenn