

DER ZÜCHTER

1. JAHRGANG

DEZEMBER 1929

HEFT 9

(Aus dem Institut der Arbeitsgemeinschaft Biologische Reichsanstalt — Botanisches Institut Braunschweig in Braunschweig-Gliesmarode.)

Die experimentelle Bestimmung der Frosthärte von Getreidepflanzen¹.

Von **G. Gassner.**

Es ist heute allgemein bekannt, daß sich viele westeuropäische Wintergetreide, insbesondere Winterweizenformen, zum Anbau in dem durch wesentlich strengere Winter ausgezeichneten nordöstlichen Deutschland nicht eignen, weil sie nicht genügend winterhart sind. Die Erkenntnis von der hohen Bedeutung der Frosthärte für den

lichen Teilen Deutschlands angebaut, bis dann der strenge Winter 1900/01 zu vielfach geradezu katastrophalen Schädigungen führte. In Mecklenburg und den weiter östlich gelegenen Teilen winternten große Flächen, die mit zu weichen Weizensorten bestellt waren, restlos aus. Auch in den westlichen Teilen Deutschlands, vor allem



Abb. 1. Institut der Arbeitsgemeinschaft Biologische Reichsanstalt — Botanisches Institut Braunschweig.

Anbauwert einer Sorte unter klimatisch ungünstigen Verhältnissen war nicht immer in gleicher Weise vorhanden; vielmehr hat es erst vielfacher, teilweise sehr schwerer Fehlschläge bedurft, um die klimatischen Eigenschaften der verschiedenen Sorten richtig einschätzen zu lernen. So wurden zu Ende des vorigen Jahrhunderts nach mehreren milden Wintern Dickkopfweizen wegen ihrer höheren Ertragsfähigkeit in größerem Umfange auch in den nordöst-

in der Provinz Sachsen, waren in dem Winter 1900/01 sehr schwere Frostschäden zu beobachten, so daß seitdem auch hier in höherem Maße als bisher auf die Frosthärte des Wintergetreides Wert gelegt wird. Die Züchtung hoch ertragsreicher Wintersorten mit gleichzeitig möglichst hoher Frosthärte ist seitdem aus dem Arbeitsprogramm der deutschen Züchter, auch der westdeutschen, nicht verschwunden.

Die Züchtung auf Frosthärte setzt die Kenntnis der Kälteresistenz der einzelnen Sorten sowie einen Einblick in die jenigen Eigentümlichkeiten der Pflanzen voraus, welche die Eigenschaft der Frosthärte bedingen. Unter *Frosthärte im*

¹ Vorgetragen auf der gemeinschaftlichen Tagung der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht und der Vereinigung für angewandte Botanik in Königsberg i. Pr., Juni 1929.

eigentlichen Sinne verstehen wir die Fähigkeit der Pflanze, tiefe Temperaturen zu ertragen, ohne daß ein Erfrieren eintritt. Nicht alle Schädigungen, welche die Pflanzen im Winter erleiden, sind auf mangelnde Frosthärte zurückzuführen, auch wenn diese Schäden mit dem gleichen Namen der Auswinterung belegt werden. Es muß allerdings zugegeben werden, daß gewisse Schädigungen, vor allem bei oberflächlicher Betrachtung, leicht mit den eigentlichen Frostschäden verwechselt werden können, zumal Schäden durch Erfrieren und durch andere Faktoren oft Hand in Hand auftreten. Zu den Erscheinungen, welche von dem eigentlichen Erfrieren der Pflanzen scharf geschieden werden müssen, gehört in erster Linie das sog. *Auffrieren* der Pflanzen, das vor allem im Frühjahr eintreten kann, wo kalte Nächte, die den Boden zum Gefrieren bringen und damit das Bodenvolumen vergrößern, mit verhältnismäßig hohen Tagestemperaturen, die den Boden wieder auftauen, abwechseln. Durch das wechselnde Gefrieren und Auftauen der oberflächlichen Bodenschichten werden die Pflanzen, vor allem solche mit schwacher Bestockung und unzureichender Wurzelbildung, gelockert und aufgezogen. Da sich übrigens Bestockung und Wurzelbildung bei den einzelnen Sorten verschieden schnell vollziehen, so hat die Sortenfrage auch vom Gesichtspunkt des Auffrierens aus besondere Bedeutung.

Da bei aufgefrorenen Pflanzen die Wasserversorgung in Frage gestellt ist, vor allem dann, wenn die wenigen vorhandenen Wurzeln gleichzeitig abreißen, gehen solche Pflanzen schließlich durch Vertrocknen zugrunde. Aber auch bei dauernd gefrorenem Boden kann es zu einem *Vertrocknen* der Pflanzen kommen, wenn bei fehlender Schneedecke stark trocknende Winde herrschen, und wenn die Wurzeln infolge des gefrorenen Bodens nicht in der Lage sind, die von den Blättern abgegebenen Wassermengen zu ersetzen. Von ganz anderer Art wiederum sind die Schäden, welche durch das Auftreten des *Schneesimmels* hervorgerufen werden. Da diese Schäden meist erst im Frühjahr nach Schmelzen der Schneedecke zu beobachten sind, werden sie ebenfalls vielfach mit Frostschäden verwechselt.

Von diesen soeben kurz dargelegten Auswinterungsschäden soll im folgenden nicht die Rede sein. Eingehende Untersuchungen, insbesondere schwedischer Forscher, haben gezeigt, daß die *eigentlichen Auswinterungsschäden* nicht durch die soeben erwähnten Faktoren, sondern ausschließlich durch *mangelnde Winterfestigkeit* der Sorten hervorgerufen werden. *Die Frosthärte*

stellt also diejenige Eigenschaft dar, welche in erster Linie die klimatischen Anbaugrenzen der einzelnen Sorten bestimmt. Auch dort, wo Schäden durch Auffrieren, Vertrocknen und Schneeschimmel vorliegen, können wir beobachten, daß diese Schäden bei frostharten Varietäten, die gut durch den Winter gekommen sind, meist weniger verderblich aufzutreten pflegen, als bei Sorten, bei denen die mangelnde Frosthärte von vornherein eine gewisse Schwächung der Pflanzen bewirkt hat.

Unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die Frosthärte der einzelnen Getreidesorten gründen sich fast ausschließlich auf praktische Feldbeobachtungen; auch der Züchter pflegt die Winterfestigkeit seiner Sorten und Zuchtstämme durch Feldbeobachtungen während des Winters festzustellen. So sicher solche Beobachtungen dann sind, wenn der Beobachter zwischen eigentlichen Kälteschäden und Auswinterung durch Aufziehen, Vertrocknen und Pilzbefall zu unterscheiden weiß, und wenn die Ergebnisse und Erfahrungen der verschiedenen Jahre miteinander in Einklang stehen, so hat die Feststellung der Frosthärte ausschließlich auf dem Wege der Feldversuche doch den großen Nachteil, daß es meist vieljähriger Beobachtungen bedarf, um zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen. Denn die einzelnen Winter pflegen in ihrem Temperaturverlauf so verschieden zu sein, daß oft erst jeder dritte oder vierte Winter zu brauchbaren Prüfungsergebnissen führt. Damit sind naturgemäß schwere Nachteile für den Pflanzenzüchter verbunden, der mit sonst vielleicht vielversprechenden Neuzüchtungen deshalb nicht herauskommen kann, weil eine Reihe von milden Wintern die unbedingt erforderliche Prüfung seiner Zuchten auf Winterfestigkeit unmöglich gemacht hat. Man kann sich nun durch die Einrichtung von Anbaustationen in größeren Höhenlagen oder in solchen Gegenden helfen, in denen die Wahrscheinlichkeit einer alljährlichen starken Frostwirkung größer ist. So stellt die bekannte im Südwesten Schwedens gelegene Saat- und Zuchtanstalt *Svalöf* die Frosthärte ihrer Neuzuchten durch Anbauversuche in den weiter nördlich gelegenen und durch wesentlich härtere Winter ausgezeichneten Filialstationen fest. Da an diesen Orten eigene Stationsleiter zur Durchführung der erforderlichen Beobachtungen vorhanden sind, ist dieses Verfahren dort ohne weiteres möglich, während es für den deutschen Züchter wesentlich schwieriger ist, seine Züchtungen in räumlich weit entfernten Anbaustationen während des Winters unter Beobachtung zu halten.

So mußte der Gedanke naheliegen, zur Prüfung der Sorten und Neuzuchten auf Frosthärte nicht nur die durch klimatische Zufälligkeiten stark beeinträchtigten Feldbeobachtungen heranzuziehen, sondern die Prüfung durch geeignete *Laboratoriumsuntersuchungen*, die von den alljährlichen Klimaschwankungen nicht oder doch weniger stark abhängig sind, zu ergänzen oder zu ersetzen. Wie groß das Bedürfnis in dieser Hinsicht ist, geht am besten daraus hervor, daß auch die Saatzuchtanstalt Svalöf trotz der Möglichkeit alljährlicher Feldprüfungen in ihren

Die Prüfung in künstlichen Gefrierversuchen erscheint auf den ersten Blick sehr einfach, weil es naturgemäß keine Schwierigkeiten macht, niedere Temperaturgrade experimentell in geeigneter Weise zu erzeugen. Wir werden aber später sehen, daß sich auch diese Prüfungsmethodik durchaus nicht einfach gestaltet, zumal die Frage der Frostwirkung in außerordentlich hohem Maße von der Vorbehandlung der Getreidepflanzen abhängt. Da außerdem die maschinellen und technischen Einrichtungen zur Vornahme exakter Gefrierversuche eine sehr

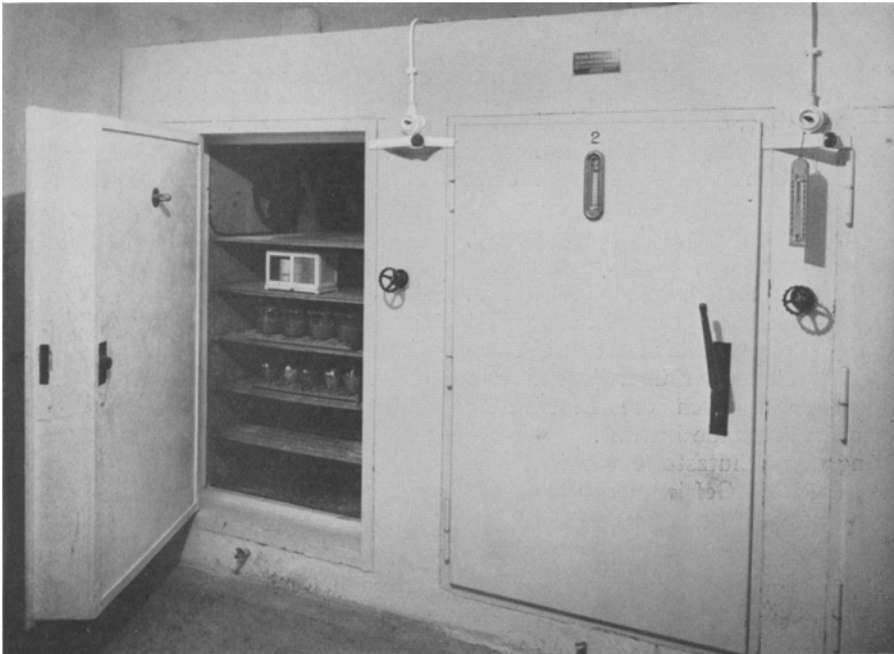


Abb. 2. Kühlzellen zur Vornahme von Gefrierversuchen.

nördlichen Filialstationen der Ausarbeitung von Laboratoriumsmethoden zur Prüfung der Frosthärte besonderes Augenmerk zugewendet hat. Die von Dr. ÅKERMAN und seinen Mitarbeitern erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß es bei geeigneter Versuchsdurchführung tatsächlich gelingt, auf diesem Wege zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen und die Frosthärte der einzelnen Nachkommenschaften und Zuchtstämme in eindeutiger Weise auch ohne Feldversuche zu bestimmen.

Die laboratoriumsmäßige Prüfung der Frosthärte ist grundsätzlich in zweierlei Weise möglich; einmal durch *künstliche Gefrierversuche* und zweitens durch die genaue *Feststellung derjenigen sonstigen Eigenschaften* der Getreidepflanzen, *auf welche wir die Frosthärte zurückführen müssen.*

kostspielige Apparatur darstellen, hat man weiter versucht, in anderer Weise, nämlich durch Prüfung der Getreidepflanzen auf chemischem oder physikalisch-chemischem Wege einen Einblick in die Frosthärte zu gewinnen.

Um die hierbei anzuwendende Methodik zu verstehen, müssen wir kurz auf die Frage eingehen, in welcher Weise der Kältetod der Pflanzen zustande kommt, und welche Verschiedenheiten des Baues bzw. der chemischen Beschaffenheit der Pflanzenzelle die größere oder geringere Frosthärte einer Sorte bestimmen.

Nach der ältesten Anschauung wird der Kältetod der Pflanzen auf das Zerreißen der Zellwände durch Eisbildung im Innern der Gewebe zurückgeführt. Wir wissen heute, daß diese Anschauung, wenigstens in der vorliegenden Form, schon

deshalb nicht richtig ist, weil viele Pflanzen eine gewisse Eisbildung in ihren Geweben durchaus vertragen; auch gibt uns die bloße Feststellung, daß es in gefrorenen Geweben unter Umständen zu Zerreißen kommt, keinerlei Einblick in die Tatsache, daß sich die einzelnen Pflanzen den gleichen Kältegraden gegenüber sehr ungleich verhalten. Den Ausgangspunkt unserer neueren Anschauungen über Kältetod und Frosthärte bilden die Feststellungen von LIDFORSS, wonach bei frostharten Pflanzen Schutzstoffe gebildet werden, deren Menge und Art die Frosthärte bestimmen. Zu solchen Schutzstoffen gehören in erster Linie Zuckerarten, weiter aber auch andere organische Verbindungen, sowie Salze. Die Bedeutung dieser Schutzstoffe läßt sich experimentell leicht nachweisen. Es ist bekannt, daß tropische Pflanzen gegen Kälte überaus empfindlich sind. Wir können aber die Zellen dieser Pflanzen ohne jeden Schaden tiefen Temperaturgraden unter Null aussetzen, wenn wir sie nicht in Wasser, sondern in Lösungen halten, denen Schutzstoffe, z. B. geeignete Zuckerarten, hinzugefügt sind. Daraus folgt, daß die Frosthärte nicht oder nicht ausschließlich eine Eigentümlichkeit des Protoplasmas selbst ist, sondern überwiegend rein physikalisch-chemisch durch die Einwirkung von Schutzstoffen zustande kommt.

Die Wirkung der Schutzstoffe vollzieht sich in der Weise, daß das Gefrieren der lebenden Zellbestandteile hinausgezögert und die Eisbildung in den Geweben in erträglichen Grenzen gehalten wird. Es ist bekannt, daß die Gefrieretemperatur des Wassers sinkt, wenn das Wasser nicht rein ist, sondern gelöste Stoffe enthält; die Erniedrigung des Gefrierpunktes durch den Zusatz solcher Stoffe hängt einmal von der Art und außerdem von der Konzentration dieser Stoffe ab. Es ist daher leicht einzusehen, daß die Gefahr der Eisbildung in pflanzlichen Geweben wesentlich geringer ist, wenn die Zellen in genügendem Maße solche gelösten Stoffe enthalten, die den Gefrierpunkt herabzusetzen vermögen. Auf weitere Einzelheiten hier einzugehen, würde zu weit führen; es genügt die Feststellung der Tatsache, daß viele Stoffe, zu denen in erster Linie Zuckerarten gehören, in dem angegebenen Sinne die Frosthärte der Pflanzen bedingen. Hieraus folgt, daß die Feststellung dieser Schutzstoffe auf chemischem oder physikalischem Wege uns die Möglichkeit einer Beurteilung der Frosthärte der untersuchten Pflanzen gibt.

Bereits 1911 konnte ich in Gemeinschaft mit GRIMME zeigen, daß der Zuckergehalt in jungen

Winter- und Sommerroggenpflanzen wesentliche Unterschiede aufweist, indem derselbe in Winterroggenpflanzen höher ist als in gleich alten Sommerroggenpflanzen, und daß kalt herangezogene Pflanzen, die gegen Kälte widerstandsfähiger sind als warm aufgewachsene, gleichzeitig auch einen höheren Zuckergehalt aufweisen. Ähnliche Beobachtungen wurden dann später unter gleichzeitiger Abänderung und Verbesserung der Methodik von anderen Forschern gemacht. In erster Linie verweise ich hier auf die in Svalöf durchgeführten Untersuchungen von ÅKERMAN, der einen völligen Parallelismus zwischen Zuckergehalt und Frosthärte feststellte, wenn die untersuchten Pflanzen während des Winters dem freien Lande entnommen wurden.

Die Ergebnisse der Arbeiten von ÅKERMAN lassen keinen Zweifel darüber, daß der Zuckergehalt der Getreidepflanzen bei entsprechender Berücksichtigung ihrer Anzuchtbedingungen eine richtige Beurteilung der Frosthärte gestattet. Leider sind solche Zuckerbestimmungen recht umständlich und erfordern die Anwendung besonderer und sehr feiner Methoden sowie ein besonders geschultes Personal. Bei den Untersuchungen muß vor allem auch auf fermentative Veränderungen des Untersuchungsmaterials während der Analyse sowie darauf Rücksicht genommen werden, daß die pflanzlichen Zellen nicht nur Zucker, sondern auch andere reduzierende Stoffe enthalten. Bei Anwendung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln läßt sich aber, wie schon ausgeführt, die Feststellung der Frosthärte durch Zuckerbestimmungen einwandfrei durchführen. Allerdings zeigen die bisherigen Erfahrungen zur Genüge, daß die Untersuchungsmethodik für die Praxis, d. h. für die vergleichende Prüfung zahlreicher Sorten und Zuchtstämme, viel zu kompliziert und umständlich ist, so daß der Wunsch nach einfacheren Methoden durchaus verständlich erscheint.

Die für Zuckeruntersuchungen sonst vielfach verwandte polarimetrische Methode scheidet aus, weil sowohl rechts als auch links drehende Zuckerarten im Zellsaft vorkommen, und weil die Beschaffung der erforderlichen Mengen klaren Zellsaftes auf große Schwierigkeiten stoßen würde. Dagegen mußte die Prüfung der Preßsäfte mittels Refraktometers aussichtsreich erscheinen. Bei der Beurteilung der refraktometrischen Bestimmungen ist zu berücksichtigen, daß hierbei nicht nur die Gesamtheit der Zuckerarten, sondern auch alle im Zellsaft sonst noch vorhandenen gelösten Substanzen erfaßt werden. Da im Preßsaft aber die organischen Stoffe bei weitem überwiegen, kann es nicht

überraschen, daß zwischen dem auf chemischem Wege gefundenen Zuckergehalt und den auf optischem Wege erhaltenen Refraktometerwerten, die dem Trockensubstanzgehalt der Zellsäfte entsprechen, eine leidlich gute Übereinstimmung herrscht. Daher haben auch unlängst ROEMER und LUEG die Refraktometermethode für Frosthärtebestimmungen vorgeschlagen.

In der Tat bietet die Refraktometerbestimmung gegenüber der chemischen Untersuchung den außerordentlichen Vorteil der Einfachheit

möglichkeiten vor, so daß die Bestimmung der feineren Unterschiede der Frosthärte noch nicht immer in zuverlässiger Weise möglich ist. Sehr viel hängt, worauf später noch einzugehen sein wird, von der Anzucht des Versuchsmaterials ab; daneben aber spielen andere Versuchsbedingungen, wie Zeitpunkt der Entnahme des Versuchsmaterials, Schnelligkeit und Druck der Preßsaftgewinnung sowie Zersetzungen der Preßsäfte während der Vorbereitung zur Ablesung oft eine störende Rolle, so daß *es noch eingehender weiterer Untersuchungen bedarf, bevor*



Abb. 3. Laboratorium für die Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Preßsäfte auf refraktometrischem und gewichtsmäßigem Wege.

und Schnelligkeit. Sie beschränkt sich auf die Gewinnung des Preßsaftes aus den zu prüfenden Pflanzen, auf die Übertragung des Saftes auf den Prismakeil des Refraktometers und auf die eigentliche, nur wenige Sekunden erfordernde Ablesung selbst.

Ein genauer Vergleich der Refraktometermethode mit den Ergebnissen der chemischen Untersuchung einerseits, sowie mit der in Gefrierversuchen festgestellten tatsächlichen Frosthärte andererseits zeigt nun, daß wir die refraktometrische Untersuchung wohl als grundsätzlich brauchbar ansprechen können, da sich vor allem etwa vorhandene *große* Unterschiede in der Frosthärte in den Ablesungswerten deutlich zum Ausdruck bringen; andererseits liegen aber gerade bei dieser Methode einige Fehler-

wir die Refraktometermethode als restlos zuverlässig ansprechen können.

Neben der chemischen Bestimmung des Zuckergehaltes der Versuchspflanzen und der refraktometrischen Untersuchung der Preßsäfte kommen noch einige weitere Methoden grundsätzlich für Frosthärtebestimmungen in Frage, die letzten Endes alle ebenfalls die Bestimmung des Gehaltes an gelösten, vor allem organischen Stoffen im Zellsaft der Pflanzen zum Ziel haben: 1. die Bestimmung der *osmotischen Werte* der Zellen; 2. die Bestimmung der *Gefrierpunktniedrigung* der Preßsäfte und 3. die gewichtsmäßige Bestimmung des *Trockensubstanzgehaltes* des Preßsaftes. Von diesen Methoden scheidet die beiden erstgenannten schon wegen der Kompliziertheit ihrer Anwendung für die Praxis

aus; dagegen erscheint die *Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes des Preßsaftes durch Wägung* nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch durchaus brauchbar, da sie sich bei geeigneter Vereinfachung und Anwendung mikroanalytischer Methoden schnell und sicher durchführen läßt. Unsere bisher mit dieser Methode erhaltenen Ergebnisse erscheinen sehr vielversprechend und bei geeigneter Durchführung die gleichen Ergebnisse zu liefern wie die refraktometrische Prüfung.

Wir können also den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse auf dem Gebiet der experimentellen Feststellung der Frosthärte dahin zusammenfassen, daß neben der Prüfung durch *Gefrierversuche* die *gewichtsmäßige Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes* der Preßsäfte und die *Refraktometermethode* grundsätzlich *brauchbar* erscheinen, während die Zuckerbestimmung auf chemischem Wege, die Feststellung der osmotischen Werte und die Bestimmung der Gefrierpunktniedrigung für die *praktische* Prüfung von Sorten und Zuchtstämmen *ausscheiden* dürften. Welche von den zuerst genannten Methoden sich in der Zukunft den ersten Platz erobern wird, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Solange die Trockensubstanzbestimmung der Preßsäfte auf refraktometrischem oder gewichtsmäßigem Wege nicht restlos übereinstimmende Werte mit der tatsächlichen Frosthärte der untersuchten Pflanzen liefert, werden wir um künstliche Gefrierversuche zur endgültigen Beurteilung der Frosthärte nicht herumkommen. Diese Gefrierversuche geben, wie schon die älteren Versuche ÅKERMANS zeigen, recht zuverlässige Werte, erfordern andererseits aber, wie schon erwähnt, sehr gute technische Einrichtungen. Vor allem muß Wert darauf gelegt werden, daß zur Innehaltung gleicher Temperaturen in den Gefrierräumen die Größe der Gefrierzellen nicht zu gering bemessen wird, und daß eine Luftzirkulation vorgesehen ist. Weiter muß ebenfalls die Art des Auftauens der gefrorenen Pflanzen berücksichtigt werden, da bei schnellem Auftauen wesentlich stärkere Schädigungen auftreten als bei langsamem.

Für *alle* Prüfungsmethoden, also sowohl für künstliche Gefrierversuche wie für die Feststellung des Trockensubstanzgehaltes auf refraktometrischem oder gewichtsmäßigem Wege, sind nun weiter die Anzuchtbedingungen der Versuchspflanzen von ausschlaggebender Bedeutung. Unsere umfangreichen Versuche der letzten Jahre haben in Übereinstimmung mit den älteren Befunden von ÅKERMAN ganz eindeutig gezeigt, daß wir nur dann zu einwandfreien Er-

gebnissen kommen können, wenn die Versuchspflanzen vorher niederen Temperaturen ausgesetzt wurden. Aus diesem Grunde werden solche Untersuchungen zweckmäßig im Winter durchgeführt, wobei das Pflanzenmaterial unmittelbar vor der Untersuchung dem Felde entnommen wird. Da nun aber die klimatischen Verhältnisse im Freien sich von Tag zu Tag verschieben, werden wir bei keiner der angeführten Untersuchungsmethoden zu *absolut* übereinstimmenden Werten kommen. Wir müssen vielmehr neben den zu prüfenden Sorten jedesmal und bei jeder einzelnen Prüfung eine entsprechende Zahl von Testsorten benutzen, deren Frosthärte genau bekannt ist; wir müssen also die jeweils gefundenen Werte der geprüften Sorten mit den gleichzeitig erhaltenen Befunden der Testsorten in Vergleich setzen. Es ist leicht einzusehen, daß hierdurch die ganze Versuchsanstellung außerordentlich verwickelt wird, weil die unbedingt erforderliche gleichzeitige Untersuchung der Standardsorten ebenfalls viel Zeit kostet.

Es mußte daher der Gedanke naheliegen, diese gleichzeitige Prüfung der Standardsorten dadurch auszuschalten, daß nicht Freilandpflanzen verwendet werden, sondern solche Pflanzen, die stets unter genau gleichen Anzuchtbedingungen herangezogen sind. In diesem Fall haben wir die Möglichkeit, sowohl in Gefrierversuchen, wie auch bei der Trockensubstanzbestimmung der Preßsäfte stets zu gleichen absoluten Werten zu kommen. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, haben wir in den letzten Jahren unter mannigfacher Abänderung der Anzuchtbedingungen den Versuch gemacht, eine Methode zu finden, bei welcher Getreidepflanzen unter genau gleichen Verhältnissen herangezogen und dann in der schon beschriebenen Weise geprüft werden. Da diese Anzuchtbedingungen sich um so leichter konstant halten lassen, je kürzer die Versuchsdauer ist, haben wir uns in der Hauptsache hierbei auf junge Keimpflanzen beschränkt. Leider haben diese Versuche bisher insoweit zu keinem restlos befriedigenden und praktischen Ergebnis geführt, als sie zeigten, daß die Frosthärte dieser jungen Pflanzen nicht immer oder nicht genügend der tatsächlichen Frosthärte der Sorten entspricht. Daher haben wir für die praktische Feststellung der Frosthärte wohl oder übel auf ältere Freilandpflanzen, die während des Winters dem Felde entnommen werden, zurückgreifen und dabei natürlich auch die gleichzeitige vergleichsweise Prüfung von Standardsorten mit in Kauf nehmen müssen. Wenn unsere Untersuchungen an Keimpflanzen also auch das nicht hielten, was wir uns von ihnen

versprochen, so waren die erhaltenen Ergebnisse doch in verschiedener Hinsicht von grundsätzlicher Bedeutung. Sie zeigten uns, in wie unendlich feiner Weise die Pflanzen auf jede noch so kleine Veränderung der Außenbedingungen mit einer Änderung der Frosthärte bzw. des Trockensubstanzgehaltes der Preßsäfte reagieren. Die Anzuchttemperatur spielt hierbei eine ebenso große Rolle wie die Frage der Belichtung. Je tiefer die Anzuchttemperatur gewählt wird, um so mehr nähern sich die gefundenen Werte der

berücksichtigt werden muß, und daß es nicht gleichgültig ist, ob die Keimpflanzen beim Auflaufen in bedeckten oder offenen Schalen stehen. Wir haben also heute bereits in mannigfacher Weise einen Einblick in den großen Komplex von Fragen, der bei der Beurteilung der Frosthärtebestimmungen mit zu berücksichtigen ist.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen zur Genüge, welche Schwierigkeiten sich einer einwandfreien experimentellen Feststellung der Frosthärte allein schon bei der Frage der Anzucht

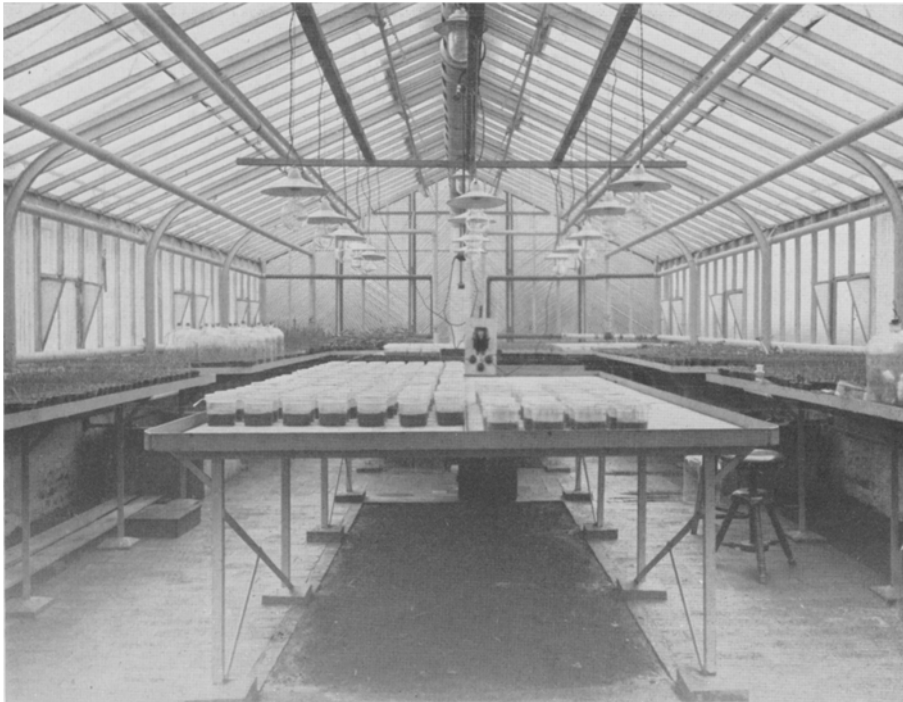


Abb. 4. Einer der Anzuchträume für die Versuchspflanzen mit künstlicher Zusatzbeleuchtung.

tatsächlichen Frosthärte der betreffenden Sorten. Ganz auffallend ist der Einfluß des Lichtes; auf jede noch so geringe Änderung der Lichtverhältnisse reagiert die Pflanze mit einer Verschiebung der Trockengewichtsprozente der aus den Keimlingen oder Blättern gewonnenen Preßsäfte. Daneben spielen aber auch Bodenverhältnisse eine große Rolle, und zwar sowohl der Nährsalz- als auch der Wassergehalt des Bodens. Besonders bemerkenswert sind weiter die eigenartigen Beziehungen zwischen Nährsalzgehalt des Bodens und Belichtung. Von wie großer Bedeutung etwaige Unterschiede der Anzuchtbedingungen für die Versuchsergebnisse sind, geht auch daraus hervor, daß unter Umständen sogar die Zahl der Keimlinge je Versuchsgefäß

und Entnahme des Versuchsmaterials entgegenstellen. Hinzu kommt, daß auch der eigentliche Prüfungsvorgang, sei es durch Gefrierversuche, sei es durch die Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Preßsäfte, besondere Erfahrungen und vor allem auch entsprechende Apparaturen und Einrichtungen erfordert. Daher erscheint die ganze Frage der experimentellen Feststellung der Frosthärte derartig kompliziert und schwierig, daß wir heute schon sagen können, daß es dem einzelnen Züchter nicht möglich sein wird, solche experimentellen Untersuchungen der Frosthärte selbst vorzunehmen. Es ist daher kein Zufall, daß in dem einzigen europäischen Lande, in dem seit Jahren systematisch auf dem vorstehenden Gebiete gearbeitet ist, nämlich in

Schweden, die bisherigen Arbeiten ebenfalls nicht von Privatzüchtern, sondern von der staatlichen Saatzuchtanstalt in Svalöf durchgeführt worden sind, wo die Beschaffung der erforderlichen Apparatur möglich war und ein geschultes wissenschaftliches Personal die Bearbeitung dieser Fragen vom züchterischen Standpunkt aus vornehmen konnte. Den gleichen Weg der staatlichen Hilfe werden wir im Interesse der deutschen Pflanzenzucht auch in Deutschland beschreiten müssen und haben ihn bereits beschritten. Als ich vor etwa zwei Jahren im Einvernehmen mit dem Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Herrn Geheimrat APPEL, dem Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft in einer Denkschrift die Bedeutung der vorstehenden Fragen für die deutsche Pflanzenzucht auseinandersetzte, habe ich gleichzeitig betont, daß hier ein Arbeitsgebiet vorliegt, auf dem der Staat im Interesse der Züchter und damit der Landwirtschaft helfend eingreifen muß. Das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft hat sich diesen Ausführungen in dankenswerter Weise angeschlossen und die

erforderlichen Mittel zur Verfügung gestellt. In Anlehnung an die Biologische Reichsanstalt und das Botanische Institut der Technischen Hochschule Braunschweig ist jetzt in Braunschweig-Gliesmarode ein Spezial-Institut geschaffen worden, das neben anderen Aufgaben dem Hauptzweck dienen soll, der deutschen Pflanzenzucht auf diesem schwierigen Gebiet zu helfen. Dieses Institut nähert sich jetzt der Vollendung. Die Arbeitsweise des Institutes ist so gedacht, daß dasselbe die für die Getreidezucht erforderlichen Frosthärtebestimmungen vornimmt und allen deutschen Züchtern in gleicher Weise zur Verfügung steht. Ich glaube im Sinne der deutschen Pflanzenzüchter zu sprechen, wenn ich auch an dieser Stelle dem Herrn Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft, Herrn Dr. DIETRICH, sowie den zuständigen früheren und jetzigen Referenten, Herrn Ministerialdirektor STREIL und Herrn Oberregierungsrat SCHUSTER, die sich für die Schaffung dieser Anlagen in vollem Maße eingesetzt haben, für die Gründung und den Ausbau des Institutes nochmals herzlich danke.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abt. R. Goldschmidt, Berlin-Dahlem.)

Über Letalfaktoren und ihre Bedeutung für die Haustierzucht.

Von **Curt Stern.**

Die Lebensfähigkeit der verschiedenen Rassen eines Organismus ist im allgemeinen eine spezifische Größe. Es gibt Rassen, die sehr widerstandsfähig gegen alle möglichen äußeren schädigenden oder wenigstens ungünstigen Einflüsse sind, während andere sich nur schwer unter gleichen Bedingungen halten lassen. Einen Maßstab für die verschiedenen Lebensfähigkeiten erhält man, wenn man Individuen zweier Rassen unter möglichst gleichartigen Außenbedingungen aufwachsen läßt und das Verhältnis derjenigen berechnet, die das erwachsene Stadium erreicht haben, zu der Zahl der am Anfang vorhandenen befruchteten Eier.

Wenn man auf Grund direkter oder indirekter Methoden die Lebensfähigkeit verschiedener Stämme feststellt, die sich in einem einzigen Erbfaktor voneinander unterscheiden, so findet man alle Grade der Lebensfähigkeit von solchen, die etwa 100% betragen, wo also sämtliche Eier sich zu Erwachsenen entwickeln bis zu solchen, bei denen nur ein sehr geringer Bruchteil seine Entwicklung vollständig durchmacht. Die Un-

terschiede in der Lebensfähigkeit dieser Stämme beruhen, wie gesagt, auf ihrem Faktorenunterschied. Ein Erbfaktor nun, der eine so geringe Lebensfähigkeit der Individuen bedingt, daß die meisten vor vollendeter Entwicklung absterben, wird *Semiletalfaktor* genannt. Prinzipiell unterscheidet er sich in keiner Weise von anderen Faktoren, wie ja aus der kontinuierlichen Reihe hervorgeht, die sich von voll lebensfähigen bis zu semiletalen Rassen bilden läßt. Ganz entsprechend läßt sich diese Reihe aber auch noch weiter verfolgen, nämlich zu Faktoren, deren Anwesenheit vollständige Lebensunfähigkeit, d. h. den Tod der Individuen bewirkt, die diese Faktoren enthalten. Sie werden als *Letalfaktoren* bezeichnet.

Alle bisher bekannt gewordenen Letalfaktoren sind Faktoren, die in heterozygoter Kombination die Lebensfähigkeit der Organismen nicht oder nur teilweise herabsetzen und die nur in homozygoter Kombination den Tod herbeiführen. Diese Rezessivität der Letalwirkung ist im Wesen dieser Faktoren und ihrer Entdeckung