

general microbiology. Oxford University (1952), S. 249 bis 259. — 4. GEITLER, L.: Endomitose und endomitotische Polyploidisierung. *Protoplasmatologia*, Handbuch der Protoplasmaforschung, Bd. VI. Springer-Verlag Wien (1953), S. 1—89. — 5. HEITZ, E.: Die Herkunft der Chromozentren. *Planta* 18, 571—636 (1933). — 6. HYDÉN, H.: The nucleoproteins in virus reproduction. Cold Spring Harbor Symp. quant. biol. 12, 104 (1947). — 7. LIMASSET, P. u. P. CORNUET: Étude de la corrélation entre l'âge des organes aériens et la quantité de virus contenue dans ces derniers chez le tabac infecté par le virus de

la mosaïque du tabac (*Marmor tabaci* [ORTON] HOLMES). *Ann. des Epiphyt.* 3, 274—285 (1950). — 8. REITBERGER, A.: Über polyloide Ruhekerne bei Cruciferen. *Naturw.* 36, 380 (1949). — 9. TSCHERMAK-WOESS, E. u. R. DOLEŽAL: Durch Seitenwurzelbildung induzierte und spontane Mitosen in den Dauergeweben der Wurzel. *Österr. Bot. Zeitschr.* 100, 358—402 (1953). — 10. WOLL, E.: Beiträge zum Differenzierungsproblem an Hand der Zytologie von Pflanzengallen. *Z. Bot.* 42, 1—29 (1954a). — 11. WOLL, E.: Untersuchungen über die cytologische Differenzierung einiger Pflanzengallen. *Planta* 43, 477—494 (1954b).

(Aus der Obstbauversuchsanstalt Jork der Landwirtschaftskammer Hannover)

Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium*)

Von E. L. LOEWEL und H. KARNATZ

Mit 3 Textabbildungen

Problemstellung und Versuchsmethodik

In weiten Gebieten der nördlich-gemäßigten Klimazone, die als der wichtigste Standort der europäischen Obsterzeugung zu gelten haben, besteht die Gefahr katastrophaler Bestandseinbußen durch Winterfröste. In Deutschland sind derartige Schäden im Verlaufe der letzten 135 Jahre sechsmal aufgetreten (1822/23, 1870/71, 1879/80, 1928/29, 1939/40 und 1941/42), und es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß weitere Polarwinter kommen werden. Waren die angerichteten Schäden schon in früheren Jahren sehr fühlbar, so muß bei der jetzigen intensiven Betriebsweise noch mit weit verheerenderen Auswirkungen gerechnet werden. Dies ergibt sich schon allein aus der Tatsache, daß die modernen Sortimente viel stärker auf die hohen Qualitätsansprüche des Marktes abgestimmt sind und sein müssen, und daß dabei die Frostresistenz vernachlässigt wurde, während früher der hohe Anteil robusterer Wirtschafts- und Lokalsorten das Ausmaß der Schäden erheblich minderte.

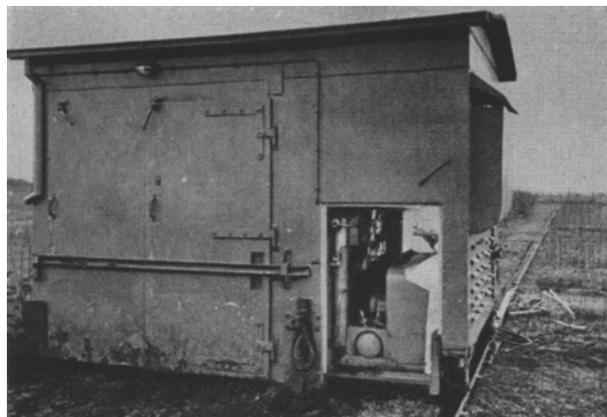
Es hat zwar zu keiner Zeit an warnenden Stimmen gefehlt, der Frostresistenz unserer Obstgehölze eine größere Beachtung zu schenken. Insgesamt gesehen, ist aber bisher viel zu wenig geschehen, und man kann beim Studium der älteren Fachliteratur unschwer feststellen, wie zu allen Zeiten das Interesse am Frostproblem mit zunehmender Entfernung von einem Schadenswinter abnimmt oder gar völlig erlischt. In neuester Zeit haben KEMMER und SCHULZ (3) die Bedeutung dieses Fragenkomplexes erneut in den Vordergrund gerückt, indem sie in einer kritischen Gesamtchau den heutigen Stand unserer Erkenntnisse an Hand der gesamten Weltliteratur darstellten. Dabei zeigt sich in aller Klarheit, wie wenig Positives wir eigentlich wissen und wie vordringlich eine intensive Forschung gerade auf diesem Gebiet ist. Dabei muß noch besonders berücksichtigt werden, daß Ergebnisse, die unter anderen Klimabedingungen als den unseren und an anderen Unterlagen — und Ertrags-sortimenten gefunden werden, so interessant und wertvoll sie auch sind, auf unseren heimischen Obstbau doch nur sehr bedingt angewandt werden können. Gerade beim Frostproblem ist ja die lokale Gebundenheit der Ergebnisse außerordentlich groß, und kein anderes Land kann uns diese Arbeit abnehmen.

*) Eingegangen: 22. Nov. 1955.

Die Durchführung exakter und unmittelbar auf die Obstbaupraxis übertragbarer Versuche bereitet sehr erhebliche Schwierigkeiten. Aus diesem Grunde sind derartige Versuche auch bisher kaum durchgeführt worden, soweit wir von amerikanischen und russischen Arbeiten absehen. Unsere wichtigsten Erkenntnisse verdanken wir den direkten Schadensfeststellungen, die nach den kalten Wintern in den Obstanlagen selbst durchgeführt wurden. Insbesondere gilt dies für den Winter 1939/40, der wohl die bisher größten Schäden anrichtete. Damals wurde unter der Federführung des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung in Müncheberg im gesamten Reichsgebiet eine Frostschadenserhebung durchgeführt (9). Vor allem aber ließen Versuchsanlagen, die an sich mit anderer Zielsetzung angelegt waren, umfassendere Einblicke zu (1, 2, 5, 6, 7). Wir können aber nicht warten, bis neue Polarwinter uns solches Untersuchungsmaterial in den Schoß legen, ganz abgesehen davon, daß die Praxis ihre Anlagen nicht dazu erstellt, damit an ihnen festgestellt werden kann, was bei der Pflanzung verkehrt gemacht wurde. Es liegt daher auf der Hand, daß die Forschung — in unserem Klima zumindest — auf Versuche mit künstlicher Kälteeinwirkung angewiesen ist. Einige derartige Versuche wurden in den 30er Jahren von mehreren Autoren (8, 11, 12) in Deutschland durchgeführt. Ohne hier auf die Ergebnisse näher einzugehen und ohne deren grundsätzliche Bedeutung schmälern zu wollen, muß festgestellt werden, daß die damalige Versuchsmethodik grundsätzliche Fehlerquellen aufwies. Man verwendete nämlich zur Frostung entweder abgeschnittene Triebe oder aus dem Boden herausgenommene Jungpflanzen. Dabei ist die Gefahr von Trugschlüssen außerordentlich groß. Als Beispiel sei hier nur der Typ EM XI erwähnt, der bei SCHWECHTEN (11) unter allen geprüften EM-Typen der frostempfindlichste war, während er auf Grund zahlreicher Befunde im Freiland als einer der härtesten zu gelten hat. In neuerer Zeit wurde versucht, die Frostresistenz von Kernobstsämlingen durch Gefrieren der Samen in gequollenem (10) bzw. in angekeimtem Zustande (4) außerhalb jeglichen Deckschuttes zu prüfen. Es muß abgewartet werden, ob auf diesem bestechend einfachen Wege sichere Schlüsse auf das spätere Verhalten der Pflanzen bzw. repräsentative Sortenbeurteilungen möglich sind. Hier soll

lediglich angedeutet werden, daß bei beiden Methoden z. T. völlig andere Ergebnisse gefunden wurden als in unseren Frostungsversuchen.

Für unsere Versuche bedienten wir uns eines neuartigen Verfahrens. Es besteht im wesentlichen darin, daß die Pflanzen völlig unberührt an ihrem Standort belassen werden und die Frostung mittels einer fahrbaren Tiefgefrierzelle durchgeführt wird. Damit dürfte ein Höchstmaß an „Natürlichkeit“ erreicht sein, soweit dies bei Anwendung künstlicher Kälte zu erreichen ist. Die Anlage wurde zusammen mit der Firma Brown, Boveri u. Cie., Mannheim, entwickelt¹.



(Werkbild BBC)

Abb. 1. Die Kühlzelle im geschlossenen Zustande (Blick in den Motorenraum).

Sie sei im folgenden in ihrem Aufbau und in ihrer Handhabung ausführlich beschrieben.

Wie die Abb. 1 erkennen läßt, ähnelt die Gesamtanlage einem Schuppen. Sie ist mit einem Satteldach versehen und an den Seitenwänden mit Zinkblech verkleidet. Die Beweglichkeit wird durch 4 kleine, massive Eisenräder gewährleistet, die in U-Schienen laufen. Im Normalfalle, d. h. ohne Eis-, Schnee- oder sonstige Rückstände in den Schienen oder an den Rädern, kann die Anlage trotz ihres hohen Gewichtes von 3½ to von 2—3 Personen ohne sehr großen Kraftaufwand bewegt werden.

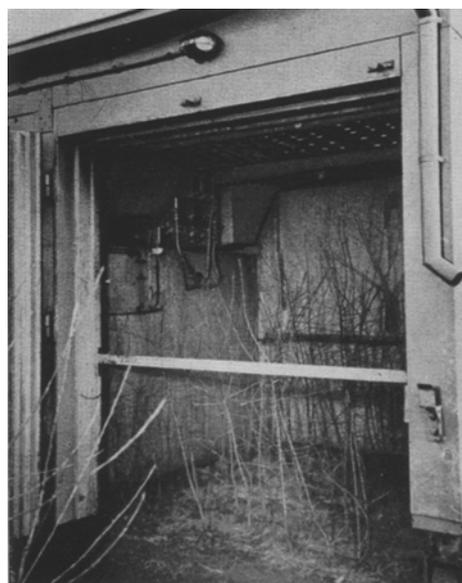
Das Gehäuse umschließt den sehr knapp bemessenen Motorenraum mit darüber angebrachtem Verdampfer und den eigentlichen Kälteraum, der die Abmessungen 2 × 2 × 2 m hat. Zwei Seiten des Kälteraumes sind in voller Breite (2 m) als Türen gearbeitet, die in je 2 Hälften zusammengeklappt werden können, damit sie beim Öffnen nicht zu viel Platz benötigen. Türen und Wände sind nur aus Holz gebaut und mit einer etwa 20 cm dicken Lage Iporca gut isoliert.

Die Kältemaschine arbeitet nach dem Kompressionsprinzip mit Frigen 12. Die Motoren sind luftgekühlt und leisten 26 000 Kal/pro Tag. Dem Verdampfer ist ein Gebläse vorgeschaltet, welches eine kräftige Luftumwälzung im Kälteraum bewirkt. Um nach Möglichkeit die Entstehung windstillen und damit anders temperierter Zonen zu vermeiden, wird die Luft durch einen mit Schlitzen versehenen Kanal, der an der Decke des Kälteraumes angebracht ist und über die ganze Deckenbreite läuft, vom Gebläse angesaugt. Durch einen zweiten, gleichgeschalteten Kanal wird

¹ Die Finanzierung erfolgte aus Mitteln des ERP-Programms für Forschungszwecke durch das BELF-Bonn, wofür wir auch an dieser Stelle unseren ganz besonderen Dank sagen möchten.

die gekühlte Luft nach Durchtritt durch den Verdampfer wieder in den Raum gedrückt. Die Temperaturkontrolle erfolgt einmal durch ein Quecksilber-Fernthermometer, wie sie in Kühllhäusern üblich sind, vor allem aber durch ein elektrisches Fernthermometer mit Punktschreiber, das vor Beginn jeder Kühlperiode neu geeicht wird und den gesamten Temperaturverlauf als Kurve aufzeichnet. Die „Taster“ beider Thermometer sind etwa in 1,60 m Höhe in der Mitte der Zwischenwand zum Motorenraum angebracht. Die Kontrolle der Thermometer und etwa notwendige Temperaturänderungen erfolgen vom Motorenraum aus, so daß während des Gefriervorganges die Türen des Kälteraumes grundsätzlich geschlossen bleiben können. Mittels des vorhandenen Thermostaten läßt sich im Bereich von — 10° bis — 32° C jede gewünschte Temperatur einstellen, wobei sich allerdings infolge der trägen Reaktion Abweichungen nach oben und unten von 1° bis 2° C nicht vermeiden lassen.

Vor Versuchsbeginn werden die Türen geöffnet. Sie geben die gesamte Breite des Raumes frei. Nun kann die Anlage über das Beet gefahren werden, ohne daß dabei die Pflanzen in Mitleidenschaft gezogen werden. Im nächsten Arbeitsgang wird die gesamte Anlage mittels Wagenheber soweit angehoben, daß der Kälteraum von allen Seiten durch Unterschieben genau verpaßter Isolierkissen (Segeltuch mit Korkfüllung) abgeschlossen wird. Soll das Gefrieren der Wurzelzone verhindert werden, so kann durch Auslegen von Isoliermaterial der Boden vor dem Einfrieren geschützt werden. Nachdem die Türen geschlossen sind, werden die Winden wieder herunter-



(Werkbild BBC)

Abb. 2. Die Kühlzelle bei geöffneter Tür.

gelassen. Der Kälteraum ruht nun auf den Isolierkissen, die durch das Gewicht der Gesamtanlage einen nahezu vollständigen Luftabschluß gewährleisten.

Bis zu einer Außentemperatur von etwa + 5° C drückt die Kältemaschine die Innentemperatur in einem etwa 3stündigen Anlauf auf — 20° C herunter. Bei Außentemperaturen unter 0° C benötigt sie dazu ½ bis 1½ Std. Nach den bisherigen (4 jährigen) Er-

fahrungen können bei Außentemperaturen von ± 0 bis etwa $+ 8^{\circ}\text{C}$ Innentemperaturen von etwa $- 20^{\circ}$ bis $- 28^{\circ}\text{C}$ erzeugt werden. Ist der Boden bei Versuchsbeginn bereits „trocken“ gefroren und liegt die Außentemperatur auch weiterhin unter 0°C , so haben wir als Dauertemperatur $- 32^{\circ}\text{C}$ erreicht. Die Bodenfeuchtigkeit wirkt als temperaturbegrenzender Faktor, da sich beim Kühlvorgang die Feuchtigkeit in Form von Eiskristallen am Verdampfer niederschlägt. Bei hoher Boden- und Luftfeuchtigkeit, wie wir sie leider bei unserem Klima im Winter häufig haben, wird diese Bereifung oft so dick, daß sie die Kälteabstrahlung sowie den Luftdurchtritt am Verdampfer beeinträchtigt. In solchen Fällen erreichen wir nicht die am Thermostat eingestellte Temperatur.

Bei Beendigung des Kühlprozesses werden bei Außentemperaturen über 0°C die Türen geöffnet, damit der Verdampfer möglichst schnell abtauen kann und wieder einsatzfähig für die nächste Parzelle wird. Herrscht draußen Frost, so wird bei geschlossenen Türen eine elektrische Heizspirale (1000 Watt), die im Windkanal eingebaut ist, eingeschaltet. Sie bewirkt ein Abtauen des Verdampfers innerhalb von 3—8 Stunden, je nach der Tiefe der Außentemperatur und des Bereifungsgrades. Die Versuche wurden in allen Jahren hauptsächlich in den Monaten Dezember bis Februar durchgeführt, nur einige Parzellen wurden bereits Ende November bzw. Anfang März gefrostet.

Die wichtigste Aufgabe des Versuchsanstellers besteht bei dieser Apparatur darin, Frostschäden von bestimmten Ausmaßen auszulösen. D. h. die im Versuch stehenden Pflanzen dürfen nicht hundertprozentig abgetötet, aber auch nicht zu 100% ungeschädigt sein. Wir arbeiteten dabei nach längerer Probezeit mit Temperatursummen (Summe der Stundenmittel der Temperatur), die der entsprechenden Pflanzenart angepaßt waren. In der Praxis sieht dies so aus, daß bei einer gewünschten Temperatursumme von $- 1000^{\circ}\text{C}$ die Frostung bei einer Durchschnittstemperatur von $- 22^{\circ}\text{C}$ auf $45\frac{1}{2}$ Stunden, bei $- 30^{\circ}\text{C}$ aber nur auf 33 Stunden zu bemessen ist. Eine derartige Regulierung der Versuchsdauer ist durch Auswertung des Temperaturverlaufs auf dem Fernschreiber auch während des Versuchs möglich. Nach vollständigem Abtauen des Verdampfers erfolgt die Umstellung der Anlage auf die nächste Parzelle. Die gefrosteten Pflanzen bleiben zunächst völlig unberührt stehen. Im Laufe der Vegetationsperiode erfolgen die notwendigen Feststellungen des Frostschadens. Bei unveredelten Unterlagen wurde die endgültige Bonitierung im Sept./Okt. durchgeführt. Hierzu wurden die Pflanzen herausgenommen, soweit sie nicht für weitere Versuchszwecke an Ort und Stelle stehen blieben. Nähere Einzelheiten über die Art der Schadensfeststellungen werden bei der Veröffentlichung der Versuchsergebnisse mitgeteilt werden.

Das Versuchsgelände selbst liegt auf einem leicht nach Osten geneigten, aber in sich ebenen „Hochplateau“, das den Winden aus allen Richtungen völlig ungehinderten Zutritt gewährt. Es handelt sich um einen ausgesprochen rauhen Standort, der das Pflanzenwachstum sichtbar beeinträchtigt. Der Boden ist in der Oberkrume sandiger Lehm, im Untergrund mehr sandig und steinig. Er befindet sich in alter landwirtschaftlicher Kultur. Die Bodenwertzahl beträgt 53. Auf die Witterungsverhältnisse wird bei der

Besprechung der einzelnen Versuchsreihen näher eingegangen. Düngung und Bodenvorbereitung erfolgten in der gleichen Weise wie in der Baumschulpraxis, d. h. vor der Bestellung Stallmist und mineralische Volldüngung. Kopfdünger wird niemals verabfolgt, um die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen nicht zu beeinflussen.

Abgesehen von einigen grundsätzlichen Änderungen, die nur bei einem Neubau durchzuführen wären, sowie von allgemeinen Mängeln, die bei Anwendung künstlicher Kälte wohl immer in Kauf genommen werden müssen, hat sich die Anlage nach vierjährigem Einsatz bei insgesamt 80 Parzellen bewährt.

Als grundsätzlicher Nachteil, der aber mit der Anlage als solcher nichts zu tun hat, ist die Kürze der Kälteeinwirkung je Parzelle anzusehen. Da die Parzellen nur relativ klein sein können und dementsprechend wenige Versuchspflanzen aufnehmen, (60 bis 70 Jungpflanzen oder 12—20 Baumschulgehölze), müssen zur Sicherung Wiederholungen im gleichen



Abb. 3. Blick auf das Kälteprüffeld (links Baumschulbestände; rechts Sämlingsparzellen).

Entwicklungsstadium der Pflanzen, d. h. in einem Winter, durchgeführt werden. Bei einer optimalen Kühlperiode von etwa 15 Wochen (Ende November bis Anfang März) können etwa 28—30 Parzellen gefrostet werden, d. h. je Woche zwei. Bei einer so kurzen Behandlungszeit (3—4 Tage) zeigt es sich, daß wesentlich tiefere Temperaturen von den Pflanzen vertragen werden, als dies nach den Erfahrungen der kalten Winter der Fall sein dürfte. Es liegt dies offenbar daran, daß bei verholzten Pflanzen das Eindringen schädigender Temperaturen sehr langsam vor sich geht. Ebenso scheint ein schwerer Boden, wie wir ihn benutzten, dem Eindringen des Frostes sehr erheblichen Widerstand entgegenzusetzen, wodurch die Wurzelschäden ebenfalls geringer sind als bei längerer Einwirkung weniger tiefer Temperaturen im Freien. Für eine richtige Deutung der später zu veröffentlichenden Ergebnisse ist diese Tatsache von großer Bedeutung. Schon aus diesem Grunde ist es u. E. auch nicht zweckmäßig, Temperatur-Grenzwerte für einzelne Pflanzenarten bzw. -sorten anzugeben. Dies trifft übrigens nicht nur für künstliche Frostungsversuche allgemein zu, sondern auch für natürlich gegebene Tieftemperaturen. Bei der außerordentlich komplexen Natur der Resistenz ist nämlich kaum zu erwarten, daß sich eine bestimmte Konstellation der die Resistenz beeinflussenden Faktoren überhaupt wiederholt.

Auch bezüglich der Auswirkungen starker und plötzlicher Temperaturgefälle entsprechen unsere Erfahrungen nicht der landläufigen Vorstellung. Im allgemeinen wird angenommen, daß Temperaturschocks besonders schädlich für Pflanzen seien. Nun sind starke Temperaturgefälle bei künstlicher Frostung praktisch kaum zu vermeiden, es sei denn, daß man über genügend Zeit verfügt (je Parzelle etwa 14 Tage). Wir haben in einigen Parzellen z. T. absichtlich außerordentliche Temperaturdifferenzen gehabt, so z. B. 50° C und mehr in einem halben Tag. Die Wirkung war erstaunlich gering, bei verschiedenen Beständen traten überhaupt keine Totalverluste auf. Wir vermuten, daß dies auf die träge Reaktion der Gehölze in Winterruhe ebenso wie in den vorher beschriebenen Fällen zurückzuführen ist. Auf jeden Fall bedarf unsere Vorstellung von dem Wesen derartiger Temperaturschocks einer Korrektur. Mit Sicherheit können wir die geringe Wirkung von Temperaturschocks bei jungen Sämlingspflanzen nachweisen, während unsere Erfahrungen bei fertigen Baumschulgehölzen noch nicht völlig ausreichen. Nähere Einzelheiten hierzu werden bei der Veröffentlichung der Versuchsergebnisse gegeben werden.

Eine weitere Fehlerquelle sind Temperaturunterschiede innerhalb des Kälteraumes. Nach Untersuchungen von ZISLAWSKY (13) ist eine viereckige Form des Kälteraumes allgemein ungünstig, weil sie der Bildung windtoter oder zumindest windschwächerer und damit anders temperierter Zonen Vorschub leistet. Auch in unseren Parzellen war auffällig, daß die Eckpflanzen häufig geringere Schäden als die Nachbarpflanzen zeigten. Wir suchten diese Fehlerquelle dadurch auszuschalten, daß wir die Reihenfolge der in einer Serie zusammengefaßten Arten bzw. Sorten von Parzelle zu Parzelle wechselten und möglichst viele Wiederholungen anlegten.

Aus den weiter oben dargelegten Gründen verzichten wir darauf, bestimmte Grenzwerte der Resistenz zu ermitteln. Das Hauptziel unserer Untersuchungen ist daher vorläufig die Feststellung der relativen Frosthärte, d. h. der Resistenz von Einzelpflanzen, Sämlingspopulationen oder von Klonen im Vergleich untereinander.

In der ersten Versuchsserie, die nach 3jähriger Dauer abgeschlossen wurde, behandeln wir unveredelte Pflanzen (Sämlinge und Klone), die als Unterlagen von Bedeutung oder Interesse sind. Sie umfaßt insgesamt 3724 Pflanzen in 51 Sorten bzw. Typen. Diese verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Obstarten:

- 707 Apfelsämlinge in 9 Sorten,
- 227 veg. vermehrte Äpfel in 5 Typen,
- 917 Birnsämlinge in 11 Sorten,
- 698 Kirschsämlinge in 11 Sorten und 1 Typ,
- 1175 Pflaumensämlinge in 14 Sorten.

Bei den Sämlingsunterlagen sollen die Ergebnisse zeigen, in welchem Umfange die Frosthärte der Mutterarten auf die Nachkommenschaft übertragen wird, d. h. welche Sorten das beste Ausgangsmaterial für die Gewinnung relativ frostharter Unterlagen liefern. Dabei wird gleichzeitig eine Selektion besonders harter Einzelpflanzen durchgeführt, die im Anschluß an den Kälteversuch zunächst auf ihre vegetative Vermehrbarkeit geprüft werden. Sie dienen als Aus-

gangsmaterial für die Entwicklung frostharter Unterlagen, die insbesondere beim Steinobst noch fehlen.

In einer zweiten Versuchsserie, die mit dem Winter 1955/56 nach 2jähriger Dauer zum Abschluß kommen soll, werden eine Reihe wichtiger Stammbildner von Apfel, Birne und Kirsche auf ihre Frosthärte geprüft. Im Anschluß daran folgt ein Versuch zu veredelten Apfel-Typenunterlagen als baumschulfertiges Gehölz (3j. Veredlung). Hierbei soll u. a. auch die reziproke Wirkung von Unterlage und Edelreis erfaßt werden. Ein gleicher Versuch zu Kernobst-Sämlingsunterlagen wird sich anschließen.

Für diese hier aufgeführten, wenigen Versuchsreihen wird insgesamt ein Zeitraum von 6 Jahren benötigt, wenn die Apparatur in jedem Winter pausenlos eingesetzt werden kann. Gemessen an dem Umfang der zu klärenden Fragen, ist das nur als ein bescheidener Anfang zu werten. Wenn die Bearbeitung dieses für die gesamte Obstbau- und Baumschulpraxis so wichtigen Fragenkomplexes intensiviert und beschleunigt werden soll, ist es notwendig, weitere derartige Anlagen zu schaffen. Daß die angewandte Methodik Erfolg verspricht, wird durch die bisher erzielten Ergebnisse bewiesen.

Zusammenfassung

Es wird eine neuartige, fahrbare Tiefgefrieranlage beschrieben, die es ermöglicht, junge Obstgehölze am natürlichen Standort auf ihre relative Frosthärte zu prüfen. Dabei wird zugleich die Problematik des künstlichen Gefrierversuches allgemein behandelt und ein Überblick über das angelaufene Forschungsprogramm gegeben.

Literatur

1. HILKENBÄUMER, F.: Die gegenseitige Beeinflussung von Unterlage und Edelreis bei den Hauptobstarten im Jugendstadium unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse. Kühn-Archiv 58, 1—261 (1942).
2. KARNATZ, H.: Beobachtungen über den Einfluß der Unterlage auf die Frosthärte der Edelsorte bei Apfelbüschen im Winter 1939/40. (Unveröffentlichtes Manuskript).
3. KEMMER, E. u. SCHULZ, F.: Das Frostproblem im Obstbau. Bayerischer Landw.verlag, München 1955.
4. KEMMER, E. und J. THIELE: Frostresistenzprüfungen an keimenden Kernobstsaamen. Züchter 25, 57—60, 1955.
5. LOEWEL, E. L.: Frostschäden an Apfelbäumen in Abhängigkeit von Sorte, Stammbildner, Unterlage und Boden. Referat auf dem Intern. Gartenbaukongreß Scheveningen, August (1955).
6. LOEWEL, E. L. u. W. SCHUBERT: Der Einfluß der Unterlage auf die Frostwiderstandsfähigkeit verschiedener Apfel- und Pflaumensorten. Gartenbauwiss. 15, 453—463 (1941).
7. LOEWEL, E. L. u. W. SCHUBERT: Über das Verhalten von Apfelstammbildnern im kalten Winter 1939/40. Gartenbauwiss. 15, 463—470 (1941).
8. MÜLLER, G.: Untersuchungen über die Kältefestigkeit von Pflaumensorten. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 23, 91—144 (1939).
9. RUDOLF, W., SCHMIDT, M. u. R. ROMBACH: Ergebnisse einer Erhebung über die im Winter 1939/40 an Obstgehölzen im Großdeutschen Reich aufgetretenen Frostschäden. Gartenbauwiss. 15, 550 (1942).
10. SCHANDER, H.: Keimungsphysiologische Studien an Kernobst IV. und V. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 35, 179—198 u. 345—361 (1955).
11. SCHWECHTEN, A.: Untersuchungen über die Kältefestigkeit von Obstunterlagen. Gartenbauwiss. 19, 575 (1935).
12. WILHELM, F.: Experimentelle Untersuchungen über die Kälteresistenz von Reben und Obstgehölzen. Gartenbauwiss. 8, 77 (1934).
13. ZISLAWSKY, W.: Die Auswertung von Frostresistenzversuchen in Kühlschränken. Bodenkultur (Wien) Sonderh. 4, 28—41, (193); ref. Berichte ü. wiss. Bot. 91, 418 (1954).